

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**

**М. В. ХВОРОСТ
М. М. ЛУЦЕНКО**

ОЦІНКА ОБСТАНОВКИ У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК

**Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2018**

УДК 355.58(075)
Х32

Рецензенти:

Березуцький В. В., доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри «Охорона праці та навколишнього середовища» Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»;

Ворожбіян М. І., доктор технічних наук, професор кафедри «Охорона праці та навколишнього середовища» Українського державного університету залізничного транспорту;

Богатов О. І., кандидат технічних наук, доцент кафедри «Метрологія та безпека життєдіяльності» Харківського національного автомобільно-дорожнього університету

*Рекомендовано до друку
на засіданні Вченої ради Харківського національного
університету міського господарства імені О. М. Бекетова,
протокол № 10 від 03 березня 2017 р.*

Хворост М. В.

Х32 Оцінка обстановки у надзвичайних ситуаціях : навч. посібник /
М. В. Хворост, М. М. Луценко ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва
ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. –
133 с.

У навчальному посібнику висвітлено питання захисту населення та забезпечення надійного функціонування виробничих підприємств у разі виникнення надзвичайних ситуацій. У посібнику зроблено наголос на вирішенні задач цивільного захисту за оцінкою надзвичайних ситуацій в умовах мирного часу й одночасно не припинюється вирішення цих задач в умовах воєнного часу. Метою посібника є підготовка висококваліфікованих фахівців у галузі цивільного захисту, здатних вирішувати практичні задачі із захисту населення та об'єктів господарської діяльності у разі виникнення надзвичайної ситуації. Навчальний посібник розрахований на студентів вищих навчальних, середніх-спеціальних і спеціальних навчальних закладів, а також керівному і командно-начальницькому складу цивільного захисту.

УДК 355.58(075)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 ОЦІНКА РАДІАЦІЙНОЇ ОБСТАНОВКИ	6
1.1 Визначення розмірів зон радіоактивного забруднення і середніх значень потужності дози на межах зон.....	8
1.2 Визначення часу випадання радіоактивних речовин.....	13
1.3 Приведення рівнів радіації до певного часу.....	13
1.4 Визначення доз опромінення за час перебування в зоні радіоактивного забруднення.....	19
1.5 Визначення доз опромінення у разі перетину зони радіоактивного забруднення.....	21
1.6 Визначення допустимого часу перебування людей у зоні радіоактивного забруднення.....	23
1.7 Визначення допустимого часу входу в зону радіоактивного забруднення.....	26
1.8 Визначення кількості змін, початку і тривалості роботи кожної зміни.....	27
1.9 Визначення режиму радіаційного захисту населення і виробничої діяльності у разі ядерного вибуху.....	28
1.10 Визначення режиму захисту формувань цивільного захисту.....	31
1.11 Визначення режиму радіаційного захисту населення у випадку аварії на АЕС.....	32
1.12 Визначення можливих радіаційних втрат працездатності людей.....	33
Питання для самоконтролю.....	35
2 ОЦІНКА ХІМІЧНОЇ ОБСТАНОВКИ.....	36
2.1 Визначення параметрів хімічного забруднення за довгостроковим прогнозуванням.....	38
2.2 Визначення параметрів хімічного забруднення при аварійному прогнозуванні.....	45
Питання для самоконтролю.....	55
3 ОЦІНКА ІНЖЕНЕРНОЇ ОБСТАНОВКИ.....	56
3.1 Оцінка інженерної обстановки міст (населених пунктів) від надлишкового тиску.....	58

3.2 Оцінка інженерної обстановки ОГД.....	66
3.3 Оцінка інженерного захисту працівників на ОГД.....	68
3.3.1 Визначення інженерного захисту захисної споруди за місткістю.....	68
3.3.2 Визначення інженерного захисту захисної споруди за захисними властивостями від радіоактивного ураження.....	71
3.3.3 Визначення інженерного захисту захисної споруди за життєзабезпеченням повітропостачанням.....	73
3.3.4 Особливості оцінки інженерного захисту захисної споруди за життєзабезпеченням водопостачанням та каналізацією, за опаленням та електрозабезпеченням.....	78
Питання для самоконтролю.....	79
4 ОЦІНКА ОБСТАНОВКИ У РАЗІ АВАРІЇ НА ГІДРОТЕХНІЧНИХ СПОРУДАХ.....	81
4.1 Допущення під час розрахунку параметрів хвилі прориву.....	83
4.2 Розрахунок параметрів хвилі прориву і побудова графіка проходження хвилі прориву.....	83
4.3 Оцінка можливих наслідків затоплення.....	91
Питання для самоконтролю.....	92
СПИСОК ДЖЕРЕЛ.....	93
ДОДАТКИ.....	94

ВСТУП

Одним із головних складових завдань цивільного захисту є підготовка й перепідготовка його керівного складу. Це завдання тісно пов'язане з навчанням студентів вищих, середніх-спеціальних і спеціальних навчальних закладів, які в подальшому будуть здебільшого керівниками структур і підрозділів цивільного захисту. Вони повинні мати підготовку до практичного вживання заходів цивільного захисту на виробничих підприємствах усіх форм власності як у мирний, так і воєнний час.

Виконання завдань із захисту населення і забезпечення надійного функціонування виробничих підприємств є актуальним не тільки у разі виникнення надзвичайної ситуації (НС), а також у повсякденній діяльності до виникнення НС. Це пов'язано з тим, що в промисловості діє велика кількість радіоактивних, хімічно небезпечних та пожежовибухонебезпечних й інших об'єктів.

Розвиток науково-технічного прогресу, з одного боку, сприяє підвищенню добробуту населення, а з другого боку – підвищує ризик виникнення аварій, НС і підвищує вимоги до сил цивільного захисту людей.

У посібнику зроблено акцент на виконання завдань цивільного захисту за оцінкою НС в умовах мирного часу й одночасно не припинюється вирішення цих завдань в умовах воєнного часу.

Найбільша увага приділена вирішенню завдань із оцінки радіаційної, хімічної обстановки, зокрема у разі аварії на об'єктах атомної енергетики, хімічно небезпечних об'єктах та у разі аварії на гідротехнічних спорудах.

Окремим розділом викладена оцінка інженерної обстановки та визначення спроможності захисних споруд за захисними властивостями. Особливе місце у роботі відводиться виконанню практичних завдань, які представлені відразу після відповідного розділу та супроводжуються аналізом результатів розрахунків і висновками, що сприяє глибокому засвоєнню відповідного матеріалу (розділу).

Для вирішення усіх запропонованих практичних завдань у роботі представлено весь довідковий матеріал у вигляді таблиць, графіків і додатків, зокрема і нормативних документів.

У зв'язку з тим, що в літературі, а також у приладах, які використовуються в арсеналі цивільного захисту, окрім системи СІ також використовується технічна система одиниць, то деякі одиниці фізичних величин приведені в зазначеній вище системі.

Посібник написаний відповідно до «Кодексу цивільного захисту України» та програми підготовки студентів вищих навчальних закладів і може бути корисним керівному та командно-начальницькому складу цивільного захисту.

Автори вдячні редактору та рецензентам професору В. В. Березуцькому, професору М. І. Ворожбіяну, доценту О. І. Богатову за цінні поради та зауваження.

Автори будуть вдячні за зауваження та побажання, які спрямовані на покращення посібника.

1 ОЦІНКА РАДІАЦІЙНОЇ ОБСТАНОВКИ

План проведення заняття

1. Визначення розмірів зон радіоактивного забруднення й середніх значень потужності дози на межах зон.
2. Визначення часу випадання радіоактивних речовин.
3. Приведення рівнів радіації до певного часу.
4. Визначення доз опромінення за час перебування в зоні радіоактивного забруднення.
5. Визначення зон опромінення у разі перетину зони радіоактивного забруднення.
6. Визначення допустимого часу перебування людей у зоні радіоактивного забруднення.
7. Визначення допустимого часу входу в зону радіоактивного забруднення.
8. Визначення кількості змін, початку і тривалості роботи кожної зміни.
9. Визначення режиму радіаційного захисту населення та виробничої діяльності у разі ядерного вибуху.
10. Визначення режиму захисту формувань цивільної оборони.
11. Визначення режиму радіаційного захисту населення у разі аварії на АЕС.
12. Визначення можливих радіаційних втрат працездатності людей.

Оцінка радіаційної обстановки

Загальні положення

Оцінка радіаційної обстановки – це розв’язання головних завдань різних варіантів дій рятувальних служб цивільного захисту, варіантів діяльності об’єктів господарської діяльності (далі – ОГД) в умовах радіаційного забруднення, аналіз одержаних результатів оцінки й вибір найдоцільніших варіантів дій з ефективного захисту населення, працюючого персоналу, тварин, продуктів харчування тощо.

Наслідки радіаційних викидів і вибухів зазвичай оцінюються масштабом і ступенем впливу радіоактивного забруднення, а також складом радіонуклідів та кількістю радіоактивних речовин у викиді. Радіаційному впливу піддаються люди, тварини, рослини та деякі прилади, чутливі до випромінювань, а також забруднюються споруди, будівлі, комунікації, техніка, майно, продовольство і природне середовище.

Радіаційний вплив на живі істоти потрібно розрізняти на зовнішні та внутрішні. Внутрішнє опромінення людей обумовлене надходженням радіонуклідів в організм у разі дихання забрудненим повітрям та вживанням

радіаційно забруднених продуктів харчування, води, внаслідок чого оцінка цієї дози є найскладнішою. В цьому разі буде розглядатися вплив на людей зовнішнього опромінення, тобто таке, яке здійснюється здебільшого через шкіру.

Під радіаційною обстановкою розуміють розміри території і ступінь радіоактивного забруднення на місцевості та навколишнього середовища, що від'ємно впливає на виробничу діяльність ОГД, життєдіяльність населення та можливість проведення необхідних робіт формуваннями цивільного захисту в забруднених районах.

Довгострокове прогнозування радіоактивного забруднення здійснюється на підставі гіпотетичних розрахунків можливих аварій на АЕС й інших радіаційно небезпечних об'єктах згідно з встановленими закономірностями залежно від масштабів і особливостей радіоактивного забруднення місцевості.

Оперативне прогнозування здійснюється за звичай за даними радіаційної розвідки, яка проводиться постами радіаційного спостереження, спеціально підготовленими групами, ланками радіаційної розвідки. На підставі даних, одержаних від радіаційної розвідки органи управління цивільного захисту й командири формувань оцінюють радіаційну обстановку.

Оперативне прогнозування виконується на основі кількості викинутих радіоактивних речовин (вихід активності), ступеня забруднення (рівня радіації), різновиду ядерного вибуху, метеорологічних умов тощо. Вплив метеорологічних умов на радіаційну обстановку у разі ядерного вибуху враховується швидкістю середнього вітру (середній вітер – це вітер середній за напрямком і швидкістю на висоті від поверхні землі до верхніх шарів радіоактивної хмари). У разі аварії на радіаційно небезпечному об'єкті метеоумови оцінюються комплексним показником – ступенем вертикальної стійкості атмосфери (СВСА), останній враховує наявність хмарності, час доби і швидкості вітру і може бути – інверсією, ізотермією та конвекцією.

Ступінь вертикальної стійкості приземного шару повітря може бути визначений за даними прогнозу погоди та за даними метеообстежень.

У таблиці 1.1 подано СВСА в залежно від швидкості вітру, хмарності й часу доби (за даними прогнозу).

Радіаційна обстановка визначається безпосередньо на об'єкті, навколо нього, на маршрутах висування сил цивільного захисту, а також у районі евакуації, уточняється імовірний час початку випадання радіоактивних опадів.

Оцінка радіаційної обстановки за даними радіаційної розвідки у разі ядерного вибуху й під час аварії (руйнуванні) на АЕС здійснюється за однаковою методикою, але аналітичні залежності, таблиці та графіки характеризують відповідний закон зниження (падіння) рівня радіації.

Таблиця 1.1 – Визначення ступеня вертикальної стійкості атмосфери за даними прогнозу*

Швидкість вітру на висоті 10м, V_{10} , м/с	Ніч		Ранок		День		Вечір	
	Ясно, змінна хмарність	Суцільна хмарність	Ясно, змінна хмарність	Суцільна хмарність	Ясно, змінна хмарність	Суцільна хмарність	Ясно, змінна хмарність	Суцільна хмарність
< 2	К	К	К	К	К	К	К	К
2 – 3	Із	Ін	К	Із	К	Із	К	Із
3 – 5	Із	Ін	Із	Із	К	Із	Із	Із
5 – 6	Із	Із	Із	Із	Із	Із	Із	Із
> 6	Із	Із	Із	Із	Із	Із	Із	Із

*Примітки : 1. Позначення: Ін – інверсія; Із – ізотермія; К – конвекція.

2. Під терміном «ранок» розуміють період часу протягом 2 год. після сходу сонця; під терміном «вечір» – протягом 2 год. після заходу сонця. Період від сходу до заходу сонця за вирахуванням 2 ранкових годин – день, а період від заходу до сходу сонця за вирахуванням 2 вечірніх годин – ніч.

3. Швидкість вітру і ступінь вертикальної стійкості атмосфери розраховується на момент аварії.

1.1 Визначення розмірів зон радіоактивного забруднення і середніх значень потужності дози на межах зон

Головними показниками ступеня небезпеки радіоактивного зараження для населення є розміри зон радіоактивного забруднення та рівні радіації.

Розміри зон радіоактивного забруднення та еталонний рівень радіації у разі ядерного вибуху визначаються залежно від потужності, різновиду вибуху та швидкості вітру за допомогою таблиць, радіаційних РЛ, дозиметричних ДЛ розрахункових лінійок.

Згідно з таблицею 1.2 залежно від потужності вибуху визначаються розміри забруднених зон із навітряної сторони, а у відповідності до таблиці 1.3 залежно від потужності вибуху і швидкості середнього вітру визначаються розміри забруднених зон із підвітряної сторони й еталонний рівень радіації на 1-у годину.

Таблиця 1.2 – Радіуси зон забруднення в районі наземного вибуху з навітряної сторони, м

Потужність вибуху, Мт	Зони забруднення			Потужність вибуху, Мт	Зони забруднення		
	А	Б	В		А	Б	В
0,02	735	450	340	0,2	1070	735	595
0,05	865	560	430	0,5	1220	865	710
0,10	970	645	510	1,0	1290	930	770

Таблиця 1.3 – Розміри зон радіоактивного забруднення у разі ядерних вибухів різної потужності та швидкостях середнього вітру*

Потужність вибуху, Мт	Швидкість середнього вітру, $V_{\text{в}}$, км/год	Розміри зон і еталонний рівень радіації на зовнішній межі зон на 1-у годину після вибуху, км		
		А – 8 Р/год	Б – 80 Р/год	В – 240 Р/год
1	2	3	4	5
0,1	25	116 × 12	49 × 6,1	31 × 4
	50	150 × 14	60 × 6,4	35 × 3,9
	75	175 × 15	64 × 6,3	35 × 3,8
0,2	25	157 × 15	67 × 7,8	43 × 5,3
	50	200 × 18	83 × 8,3	50 × 5,3
	75	233 × 20	90 × 8,4	50 × 5,0
0,3	25	190 × 18	80 × 8,0	52 × 6,0
	50	240 × 21	98 × 9,6	60 × 6,2
	75	275 × 23	100 × 9,8	60 × 6,0
0,5	25	231 × 21	100 × 10	65 × 7,4
	50	300 × 25	121 × 12	78 × 7,7
	75	340 × 27	140 × 13,5	83 × 7,7
1,0	25	309 × 20	132 × 13,0	83 × 9,5
	50	402 × 31	170 × 15,0	109 × 10,0
	75	466 × 34	192 × 16,0	118 × 10,0
2,0	25	413 × 32	182 × 17	121 × 12
	50	536 × 39	231 × 19,6	149 × 13
	75	626 × 43	262 × 21	165 × 13
3,0	25	495 × 37	218 × 19	145 × 14
	50	630 × 45	275 × 23	180 × 15
	75	750 × 50	310 × 24	200 × 16
5,0	25	772 × 52	343 × 27	225 × 19
	50	920 × 58	393 × 28	253 × 20
	75	1035 × 62	436 × 30	270 × 20

*Примітка. Перша група чисел – довжина зони, друга – ширина.

У разі аварії на АЕС прогнозування радіаційної обстановки здійснюється визначенням зон (індекс зони) радіаційного забруднення та їхніх розмірів залежно від типу реактора, виходу активності, метеоумов (СВСА, швидкість вітру) за таблицями 1.4–1.6.

Таблиця 1.4 – Розміри прогнозованих зон радіоактивного забруднення місцевості за слідом хмари після аварії на АЕС (категорія стійкості – конвекція, швидкість вітру $V_B = 2$ м/с)*

Вихід активності, %	Індекс зони	Реактор			
		РВПК – 1000		ВВЕР – 1000	
		Довжина, км	Ширина, км	Довжина, км	Ширина, км
1	2	3	4	5	6
3	М	62,5	12,1	82,5	16,2
3	А*	14,1	2,7	13	2,2
10	М	140	29,9	185	40,2
10	А	28	5,9	39,4	6,8
10	Б	6,8	0,8		
30	М	249	61,8	338	82,9
30	А	62,6	12,1	82,8	15,4
30	Б	13,9	2,7	17,1	2,5
30	В	6,9	0,8		
50	М	324	81,8	438	111
50	А	88,3	18,1	123	24,6
50	Б	18,3	3,6	20,4	3,7
50	В	9,21	1,5	8,8	1,07

*Примітка. Відсутність даних про розміри зон радіоактивного забруднення свідчить про те, що зони не утворюються.

Таблиця 1.5 – Розміри прогнозованих зон радіоактивного забруднення місцевості за слідом хмари після аварії на АЕС (категорія стійкості – ізотерія, швидкість вітру $V_B = 5$ м/с)*

Вихід активності, %	Індекс зони	Реактор			
		РВПК – 1000		ВВЕР – 1000	
		Довжина, км	Ширина, км	Довжина, км	Ширина, км
1	2	3	4	5	6
3	М	145,0	8,4	74,5	3,7
3	А	34,1	1,7	9,9	0,2
10	М	270,0	18,2	155,0	8,7
10	А	75,0	3,9	29,5	1,1
10	Б	17,4	0,6		
10	В	5,8	0,1		

Продовження таблиці 1.5

1	2	3	4	5	6
30	М	418,0	31,5	284,0	18,4
30	А	145,0	8,4	74,5	3,5
30	Б	33,7	1,7	9,9	0,2
30	В	17,6	0,6		
50	М	583,0	42,8	379,0	25,3
50	А	191,0	11,7	100,0	5,2
50	Б	47,1	2,4	16,6	0,6
50	В	23,7	1,1		
50	Г	9,4	0,2		

**Примітка. У тих випадках коли, частка радіоактивних речовин, викинутих під час аварії з реактора не відома в [1, с. 269] пропонується вирішення цієї задачі.*

Таблиця 1.6 – Розміри прогнозованих зон радіоактивного забруднення місцевості за слідом хмари у разі аварії на АЕС (категорія стійкості, інверсія)

Вихід активності, %	Індекс зони	Реактор			
		РВПК – 1000		ВВЕР – 1000	
		Довжина, км	Ширина, км	Довжина, км	Ширина, км
Швидкість вітру, $V_B = 5$ м/с					
3	М	126	3,6	17	0,6
10	М	241	7,8	76	2,6
10	А	52	1,7		
30	М	130	14	172	5,1
30	А	126	3,6	17	0,6
50	М	561	18	204	6,9
50	А	168	4,9	47	1,5
50	Б	15	0,4	—	—
3	М	135	6	53	1,9
3	А	26	1	5,2	0,07
10	М	272	14	110	5,3
10	А	60	2,4	19	0,6
10	Б	11	0,3	—	—
30	М	482	28	274	13
30	А	135	6	53	1,9
30	Б	25	1	5	0,07
30	В	12	1	5	0,07
50	М	12	0,3	—	—
50	А	619	37	369	19
50	Б	36	1,5	10	0,3
50	В	17	0,6	—	—
10	Б	11	0,3	—	—

На рисунку 1.1 наведено схему прогнозування зон радіоактивного забруднення

РВПК –1 000 –30 %
10.20 7.01

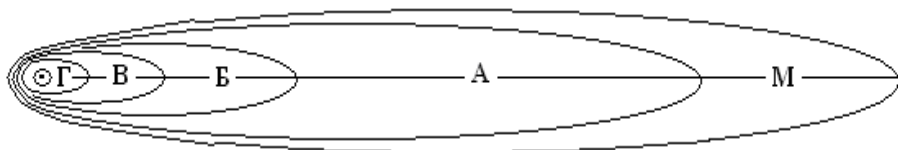


Рисунок. 1.1 – Схема прогнозу зон радіоактивного забруднення у разі аварії на АЕС

Визначені зони радіоактивного забруднення з урахуванням напрямку вітру наносяться на карту або схему в певному масштабі, а з навітряної сторони на рівні вісі сліду радіоактивної хмари у чисельнику вказуються у разі аварії на АЕС – тип реактора і процент виходу активності (у разі ядерного вибуху – різновид вибуху і його потужність), у знаменнику – час і дату вибуху або викиду (рис. 1.1).

Варто зазначити, що залежно від ступеня радіоактивного забруднення прийнято всю заражену територію внаслідок ядерного вибуху умовно поділяти на 4 зони забруднення (рис. 1.1) Г, В, Б, А. Ці зони на схемі прогнозу позначаються певним кольором: зона А – синім, Б – зеленим, В – коричневим, Г – чорним. Необхідно відмітити, що у разі радіоактивного забруднення внаслідок аварії на АЕС передбачена також зона М – зона радіаційної небезпеки, яка на схемі прогнозу радіоактивного забруднення позначається червоним кольором.

Середнє значення потужності дози випромінювання (рівень радіації) на зовнішніх межах зон забруднення залежно від часу після викиду у разі аварії на АЕС може бути визначене за таблицею 1.7.

Таблиця 1.7 – Середні значення потужності дози випромінювання на зовнішніх межах зон забруднення місцевості, рад/год

Час вимірювання потужності дози після аварії	Зона забруднення				
	М	А	Б	В	Г
Години					
1	0,014	0,14	1,42	4,20	14,2
2	0,011	0,12	1,19	3,60	11,9
5	0,009	0,09	0,92	2,70	9,20
7	0,008	0,08	0,82	2,50	8,20
Доби					
1	0,005	0,05	0,54	1,60	5,40
2	0,004	0,04	0,41	1,20	4,10
5	0,003	0,03	0,27	0,82	2,70
Місяці					
1	0,001	0,011	0,11	0,34	1,10
2	--	0,008	0,08	0,23	0,80

Далі, якщо відомий виміряний рівень радіації шляхом порівняння з його граничним (середнім) значенням можливо орієнтовно визначити зону, де знаходиться потрібний об'єкт або формування цивільного захисту.

1.2 Визначення часу випадання радіоактивних речовин

Прогнозування передбачає також визначення часу підходу радіоактивної хмари до певного об'єкта (час випадання радіоактивних речовин) за залежністю:

$$t_{\text{вип}} = \frac{R}{V_{\text{сер}}} , \quad (1.1)$$

де R – відстань від об'єкта опромінення до певного об'єкта, км;
 $V_{\text{сер}}$ – швидкість середнього вітру, км/год.

Швидкість середнього вітру (швидкість переносу хмари) точніше можна визначити з урахуванням СВСА і швидкості вітру за таблицею 1.8.

Таблиця 1.8 – Середня швидкість вітру $V_{\text{сер}}$ у шарі від поверхні землі до висоти переміщення центру хмари, м/с.

Категорія стійкості атмосфери	Швидкість вітру на висоті 10 м, V_{10} , м/с					
	менше 2	2	3	4	5	понад 6
Конвекція	2	2	5	–	–	–
Ізотермія	–	–	5	5	5	10
Інверсія	–	5	10	10	–	–

Попередньо дозу опромінення, яку отримають люди на відкритій місцевості в середині відповідної зони у разі аварії на АЕС можливо визначити залежно від тривалості перебування в зоні та часу початку роботи за [1].

1.3 Приведення рівнів радіації до певного часу

У разі проведення радіаційної розвідки зазвичай необхідно приводити рівень радіації до певного (іншого) часу, зокрема до першого часу після викиду радіоактивних речовин, використовуючи коефіцієнт перерахунку рівня радіації за залежністю:

$$k_t = P_1 / P_t \quad \text{звідси} \quad P_1 = P_t \cdot k_t, \quad (1.2)$$

де k_t – коефіцієнт перерахунку рівня радіації з певного часу до 1-ї години після викиду, визначається згідно з таблицею 1.9 у разі аварії на АЕС і таблицею 1.10 – для ядерного вибуху;

P_1 – рівень радіації, приведений до 1-ої години після забруднення, рад/год;

P_t – відомий (вимірний) рівень радіації на певний час, рад/год.

Таблиця 1.9 – Коефіцієнт перерахунку рівнів радіації k_t на будь-який заданий час t , який минув після аварії (руйнування) АЕС

t , год	$K_t = P_1/P_t$	t , год	$k_t = P_1/P_t$	t , год	$k_t = P_1/P_t$	t , год	$k_t = P_1/P_t$
0,5	0,757	4,5	1,835	8,5	2,342	16	3,030
1	1	5	1,905	9	2,398	20	3,3
1,5	1,176	5,5	1,968	9,5	2,451	24	3,546
2	1,316	6	2,041	10	2,5	48	4,695
2,5	1,428	6,5	2,110	10,5	2,564	72	5,494
3	1,55	7	2,150	11	2,597	96	6,173
3,5	1,639	7,5	2,237	11,5	2,652	120	6,849
4	1,739	8	2,304	12	2,703	144	7,300

Таблиця 1.10 – Коефіцієнт перерахунку рівнів радіації k_t на будь-який заданий час t , який минув після вибуху*

t , год	$k_t = P_1/P_t$	t , год	$k_t = P_1/P_t$	t , год	$k_t = P_1/P_t$
1	2	3	4	5	6
0,25	0,19	0,75	0,71	1,5	1,63
0,3	0,24	1	1	1,75	1,66
0,5	0,43	1,25	1,31	2	2,3
2,25	2,65	39	81,16	87	212,5
2,5	3	40	83,66	88	215,5
2,75	3,37	41	86,16	89	218,4
3	3,74	42	88,69	90	221,4
3,25	4,11	43	91,24	91	224,3
3,5	4,5	44	93,78	92	227,3
3,75	4,88	45	96,34	93	230,2
4	5,28	46	98,93	94	233,2
4,5	6,08	47	101,5	95	236,2
5	6,9	48 (2 доби)	104,1	96	239,2
5,5	7,73	49	106,7	100	251,2
6	8,59	50	109,3	104	263,3
6,5	9,45	51	111,9	108	275,5
7	10,33	52	114,7	112	287,7
7,5	11,22	53	117,2	116	300,2

Продовження таблиці 1.10

1	2	3	4	5	6
8	12,13	54	119,9	120 (5 діб)	312,6
8,5	13,04	55	122,6	132	350,5
9	13,96	56	125,2	144(6 діб)	389,1
9,5	14,9	57	127,9	156	428,3
10	15,85	58	130,6	168 (7 діб)	468,1
11	17,77	59	133,4	192 (8 діб)	549,5
12	19,72	60	136,1	216 (9 діб)	633
13	21,71	61	138,8	240 (10 діб)	718,1
14	23,73	62	141,6	264 (11 діб)	805,2
15	25,73	63	144,3	288 (12 діб)	893,9
16	27,86	64	147	312 (13 діб)	984
17	29,95	65	149,8	336 (14 діб)	1075
18	32,08	66	152,5	360 (15 діб)	1169
19	34,21	67	155,3	384 (16 діб)	1263
20	36,44	68	158,1	408 (17 діб)	1358
21	38,61	69	160,9	432 (18 діб)	1454
22	40,83	70	163,7	456 (19 діб)	1552
23	43,06	71	166,5	480 (20 діб)	1649
24 (1 доба)	45,31	72 (3 доби)	169,3	504 (21 діба)	1750
25	47,58	73	172,2	528 (22 доби)	1849

Закінчення таблиці 1.10

1	2	3	4	5	6
26	49,89	74	175	552 (23 доби)	1951
27	52,19	75	177,8	567 (24 доби)	2053
28	54,53	76	180,7	600 (25 діб)	2152
29	56,87	77	183,5	624 (26 діб)	2260
30	59,23	78	186,4	648 (27 діб)	2365
31	61,6	79	189,3	672 (28 діб)	2471
32	64	80	192,2	696 (29 діб)	2577
33	66,4	81	195,1	720 (30 діб)	2684
34	68,84	82	198	1080 (45 діб)	4366
35	71,27	83	200,8	1140 (60 діб)	6167
36	73,72	84	203,7	1800 (75 діб)	8061
37	76,17	85	206,6	2160 (90 діб)	10030
38	78,65	86	209,6		

**Примітка. P_1 – рівень радіації на 1 год. після вибуху; P_t – рівень радіації на час t після вибуху.*

Приклад 1.1. Визначити рівень радіації у разі аварії на АЕС і в разі ядерного вибуху (викиду), приведений на 1-у годину після викиду (вибуху) радіоактивних речовин, якщо рівень радіації в обох випадках після 6 годин від початку забруднення, становить $P_6 = 5$ рад/год.

Розв'язання

Використовуючи залежність (1.2) в цьому випадку:

$$P_1 = P_6 \cdot k_6, \text{ рад/год},$$

У разі аварії на АЕС:

$$P_1^{AEC} = P_6 \cdot k_6^{AEC} = 5 \cdot 2,041 = 10,2, \text{ рад/год},$$

де k_6^{AEC} – коефіцієнт перерахунку рівня радіації з 6-ї години на 1-у в разі аварії на АЕС (табл. 1.9);

$$k_6^{AEC} = 2,041.$$

У разі ядерного вибуху:

$$P_1^{\text{вибух}} = P_6 \cdot k_6^{\text{вибух}} = 5 \cdot 8,59 = 42,95 \text{ рад/год},$$

де $k_6^{\text{вибух}}$ – коефіцієнт перерахунку рівня радіації з 6-ї години на 1-у в разі ядерного вибуху (табл. 1.10); $k_6^{\text{вибух}} = 8,59$.

Приведення рівня радіації з відомого часу до необхідного здійснюється за залежністю:

$$P_n = P_t \cdot \frac{k_t}{k_n}, \text{ рад/год} \quad (1.3)$$

де k_t і k_n – коефіцієнти перерахунку рівнів радіації відповідно з t -ої та n -ої години на 1-у годину після викиду радіоактивних речовин; визначається згідно з таблицею 1.9 або таблицею 1.10;

P_n – рівень радіації, приведений до необхідної години, рад/год.

Приклад 1.2. Обчислити рівень радіації, приведений на 2-у годину після аварії на АЕС і в разі ядерного вибуху, якщо виміряний рівень радіації через 6 годин після радіоактивного забруднення становить $P_6 = 5$ рад/год.

Розв'язання

Використовуючи залежність (1.3) в цьому випадку

$$P_2 = P_6 \cdot k_6 / k_2, \text{ рад/год}$$

де k_2 і k_6 – коефіцієнти перерахунку рівнів радіації відповідно з 2-ої та 6-ої години на 1-у годину після викиду радіоактивних речовин.

У разі аварії на АЕС:

$$P_2^{AEC} = P_6 \cdot k_6^{AEC} / k_2^{AEC} = 5 \cdot 2.041 / 1,316 = 7,75 \text{ рад/год};$$

де k_2^{AEC} і k_6^{AEC} – коефіцієнти перерахунку рівнів радіації у разі аварії на АЕС відповідно для 2-ої і 6-ої години після викиду радіоактивних речовин (табл. 1.9); $k_2^{AEC} = 1,316$ і $k_6^{AEC} = 2,041$.

У разі ядерного вибуху:

$$P_2^{вибух} = P_6 \cdot k_6^{вибух} / k_2^{вибух} = 5 \cdot 8,59 / 2,3 \approx 18,67 \text{ рад/год},$$

де $k_2^{вибух}$ і $k_6^{вибух}$ – коефіцієнти перерахунку рівнів радіації у разі ядерного вибуху відповідно для 2-ої і 6-ої годин після викиду радіоактивних речовин (табл. 1.10); $k_2^{вибух} = 2,3$ і $k_6^{вибух} = 8,59$.

Наведені приклади доводять, що ступінь (швидкість) спаду рівня радіації у разі ядерного вибуху значно більший, ніж під час аварії на АЕС.

У разі використання будівель, приміщень, захисних споруд, транспортних засобів тощо потужність дози випромінювання зменшується і таке зменшення рівня радіації характеризується його коефіцієнтом послаблення, який показує у скільки разів рівень радіації в якомусь приміщенні чи споруді $P_{споруд}$ буде меншим ніж на відкритій місцевості P , тобто

$$K_{посл} = P / P_{споруд} \quad (1.4)$$

Значення коефіцієнтів послаблення рівнів радіації від радіоактивного забруднення різними будівлями, приміщеннями, захисними спорудами, транспортними засобами наведено в таблиці 1.11.

Таблиця 1.11 – Середні значення коефіцієнтів послаблення опромінення укриттями, спорудами, будівлями, транспортними засобами, $K_{посл}$.

Найменування укриттів, споруд, будівель, транспортних засобів	$K_{посл}$
1	2
1 Відкрите розташування на місцевості	1
Фортифікаційні споруди	
2 Відкриті траншеї, окопи, щілини	3
3 Дезактивовані (або відкриті на забрудненій місцевості) траншеї, окопи, щілини	20
4 Перекриті щілини	50
5 Протирадіаційні типові укриття (ПРУ)	150-500
6 Герметичні сховища	1000 і більше

Продовження таблиці 1.11

1	2
Виробничі та адміністративні будівлі	
7 Виробничі одноповерхові споруди (цеха)	7
8 Виробничі та адміністративні триповерхові будівлі	6
Кам'яні житлові будинки	
9 Одноповерхові	10
10 Підвал	40
11 Двоповерхові	15
12 Підвал	100
13 Триповерхові	20
14 Підвал	400
15 П'ятиповерхові	27
16 Підвал	400
Дерев'яні житлові будинки	
17 Одноповерхові	2
18 Підвал	7
19 Двоповерхові	8
20 Підвал	12
Транспортні засоби	
21 Автомобілі та автобуси	2
22 Залізничні платформи	1,5
23 Криті вагони	2
24 Пасажирські вагони	3
25 Бронетранспортери, бульдозери, екскаватори	4
26 Танки	10

1.4 Визначення доз опромінення за час перебування в зоні радіоактивного забруднення

Одним з головних завдань у разі оцінки обстановки є визначення доз опромінення, яку отримають люди. У переважній більшості розрахунків з оцінки радіаційної обстановки виникає потреба визначати дозу зовнішнього опромінення за час перебування на забрудненій радіонуклідами місцевості чи ділянці. Залежність для визначення дози має вигляд:

– у разі ядерного вибуху ($n=1,2$):

$$D^{\text{вибух}} = 5 \cdot (P_1 t_1 - P_2 t_2) = 5 \cdot (P_{\text{п}} t_{\text{п}} - P_{\text{к}} t_{\text{к}}). \quad (1.5)$$

– у разі аварії на АЕС ($n=0,4$):

$$D^{AEC} = 1,7 \cdot (P_2 t_2 - P_1 t_1) = 1,7 \cdot (P_K t_K - P_{\Pi} t_{\Pi}) \quad (1.6)$$

де P_{Π} і P_K – рівні радіації відповідно на початку перебування t_{Π} у зоні зараження і t_K – в кінці;

n – коефіцієнт, який характеризує величину спаду рівня радіації в часі та який залежить від ізотопного складу радіонуклідів.

Приклад 1.3. Визначити дозу опромінення у разі ядерного вибуху й аварії на АЕС, яку отримує склад формування цивільного захисту, працюючи на відкритій місцевості впродовж 2 годин, де рівень радіації на 6-у годину після радіоактивного забруднення становить $P_6 = 5$ рад/год, до того ж формування почнуть роботу через 3 години після початку радіоактивного забруднення.

Розв'язання

Насамперед визначимо час початку (час входу) $t_{\text{вх}}$ і час закінчення t_K роботи формуваннями і відповідні йому рівні радіації на початку роботи $P_{\text{вх}}$ і кінці роботи P_K у разі ядерного вибуху і аварії на АЕС.

Час початку роботи $t_{\text{вх}} = 3$ години, час закінчення роботи $t_K = t_{\text{вх}} + t = 3 + 2 = 5$, год ($t = 2$ год – тривалість роботи формування в зоні радіоактивного забруднення).

Визначимо рівень радіації, який відповідає часу початку роботи (часу входу) $t_{\text{вх}}$ і часу закінчення роботи t_K (див. приклад 1.1).

Відомо, що

$$P_{\text{вх}} = P_3 = \frac{P_1}{k_3}, \text{ рад/год};$$

$$P_K = P_5 = \frac{P_1}{k_5}, \text{ рад/год.}$$

Величина рівня радіації приведена на 1-у годину визначалася в прикладі 1.1

У разі аварії на АЕС:

$$P_{\text{вх}}^{AEC} = P_3^{AEC} = \frac{P_1^{AEC}}{k_3^{AEC}} = \frac{10,2}{1,55} = 6,58 \text{ рад/год}$$

де k_3^{AEC} – коефіцієнт перерахунку рівня радіації з 1-ої години на 3-ю у разі аварії на АЕС (табл. 1.9); $k_3^{AEC} = 1,55$

$$P_K^{AEC} = P_5^{AEC} = \frac{P_1^{AEC}}{k_5^{AEC}} = \frac{10,2}{1,905} = 5,35 \text{ рад/год}$$

де k_5^{AEC} – коефіцієнт перерахунку рівня радіації з 1-ої години на 5-у в разі аварії на АЕС (табл. 1.9); $k_5^{AEC} = 1,905$.

У разі ядерного вибуху:

$$P_{ex}^{виб.} = P_3^{виб.} = \frac{P_1^{виб.}}{k_3^{виб.}} = \frac{42,95}{3,74} = 11,48 \text{ рад/год}$$

$$P_{\kappa}^{виб.} = P_5^{виб.} = \frac{P_1^{виб.}}{k_5^{виб.}} = \frac{42,95}{6,9} = 6,22 \text{ рад/год}$$

де $k_3^{виб.}$ і $k_5^{виб.}$ – коефіцієнти перерахунку рівнів радіації у разі ядерного вибуху відповідно з 1-ої години на 3-ю і з 1-ої години на 5-у (табл. 1.10); $k_3^{виб.} = 3,74$ і $k_5^{виб.} = 6,9$.

Далі визначимо дозу, яку отримають формування цивільного захисту у разі виконання робіт на радіоактивно забрудненій території під час аварії на АЕС за залежністю (1.6) і в разі ядерного вибуху за залежністю (1.5).

У разі аварії на АЕС:

$$D^{AEC} = 1,7 \cdot (5,35 \cdot 5 - 6,58 \cdot 3) \approx 11,9 \text{ рад}$$

У разі ядерного вибуху:

$$D^{виб.} = 5 \cdot (11,48 \cdot 3 - 6,22 \cdot 5) = 16,7 \text{ рад.}$$

1.5 Визначення доз опромінення у разі перетину зони радіоактивного забруднення

У разі проведення рятувальних і інших невідкладних робіт формуванням цивільного захисту і населенню під час евакуації необхідно долати (перетинати) зони радіаційного забруднення, при цьому вони отримують опромінення. Доза радіації, яку отримають люди в цьому випадку можна вичислити за залежністю:

$$D_{\text{дійсн.}} = P_{\text{сер}} \cdot t \quad , \text{ рад,} \quad (1.7)$$

де t – час роботи (подолання) в зоні радіоактивного забруднення, год.

Середній рівень радіації визначається як середньоарифметичне значення вимірювань на маршруті рівнів радіації.

Середній рівень радіації на маршруті можливо також визначити за максимальним рівнем радіації на цьому маршруті залежно від взаємного розташування маршруту й осі сліду радіаційної хмари. Типові маршрути наведено на рисунку 1.2.

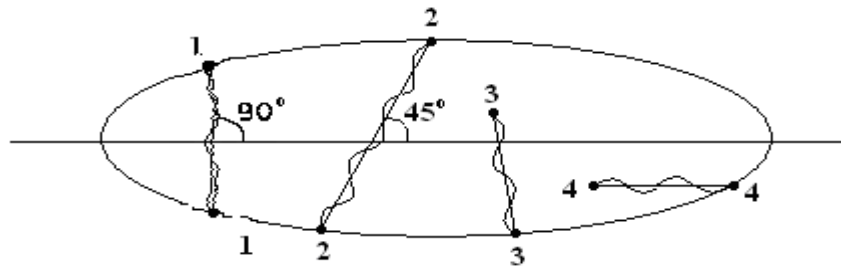


Рисунок 1.2 – Можливі типові випадки взаємного розташування маршруту руху й осі сліду радіоактивної хмари під час подолання зони забруднення

Для маршруту 1–1 – повний перетин маршрутом сліду радіоактивної хмари перпендикулярно осі сліду:

$$P_{\text{сер}} = \frac{P_{\text{max}}}{4} . \quad (1.8)$$

Для маршруту 2–2 – повний перетин маршрутом сліду радіаційної хмари під кутом $\approx 45^\circ$ до осі сліду:

$$P_{\text{сер}} = 1,5 \frac{P_{\text{max}}}{4} . \quad (1.9)$$

Для маршруту 3–3 – рух починається або закінчується на забрудненій місцевості:

$$P_{\text{сер}} = \frac{P_{\text{max}}}{3} \quad (1.10)$$

Для маршруту 4–4 – рух починається на забрудненій території і здійснюється без перетинання з віссю сліду (приблизно паралельно осі) у напрямку найближчої межі зони:

$$P_{\text{сер}} = \frac{P_{\text{max}}}{2} \quad (1.11)$$

де P_{max} – максимальний рівень радіації (на осі сліду радіоактивної хмари) на час подолання цієї зони, рад/год.

Приклад 1.4. Визначити дозу радіації, яку отримають люди під час подолання пішим порядком зони радіоактивного забруднення, якщо час подолання становить $t = 3$ години, а значення максимального рівня радіації на маршруті $P_{\text{max}} = 36$ рад/год, до того ж маршрут пролягає перпендикулярно осі сліду радіоактивної хмари; початкова та кінцева точки маршруту знаходяться за межами зони радіоактивного забруднення.

Розв'язання

Відповідно до залежності (1.7):

$$D_{\text{дійсн.}} = P_{\text{сер.}} \cdot t = 9 \cdot 3 = 27 \text{ рад}$$

Середнє значення рівня радіації $P_{\text{сер.}}$ на маршруті 1–1 перпендикулярному осі сліду радіоактивної хмари визначається залежністю (1.8):

$$P_{\text{сер.}} = \frac{P_{\text{max}}}{4} = \frac{36}{4} = 9 \text{ рад/год.}$$

1.6 Визначення допустимого часу перебування людей у зоні радіоактивного забруднення

У разі дій на місцевості, забрудненій радіоактивними речовинами, може виникнути необхідність визначення допустимо можливого часу знаходження формувань за заданою встановленою дозою опромінення.

Можливий час перебування в зоні радіоактивного забруднення може бути визначений за допомогою таблиць [2, с. 258], радіаційної лінійки РЛ-1 та РЛ-3, але практично розв'язувати це завдання зручніше за допомогою графічної залежності часу перебування в зоні зараження від часу початку знаходження в зоні забруднення (часу входу) $t_{\text{вх}}$ і додаткової відносної величини «а». Додаткова відносна величина «а» визначається за залежністю:

$$a = \frac{P_1}{D_{\text{вст.}} \cdot K_{\text{посл.}}} \quad (1.12)$$

де P_1 – рівень радіації, приведений на першу 1-у годину після ядерного вибуху або аварії на АЕС; у разі, якщо рівень радіації, виміряний радіаційною розвідкою визначений на інший час, то його необхідно перерахувати на 1-у годину після вибуху (див. приклад 1.1);

$D_{\text{вст.}}$ – встановлена (допустима) доза опромінення, рад;

$K_{\text{посл.}}$ – коефіцієнт послаблення рівня радіації, який характеризує ступінь захищеності працюючих або населення (див. табл. 1.11).

На рисунку 1.3 наведено графіки для визначення тривалості перебування в зоні радіоактивного забруднення під час аварії на АЕС, а на рисунку 1.4 – у разі ядерного вибуху.

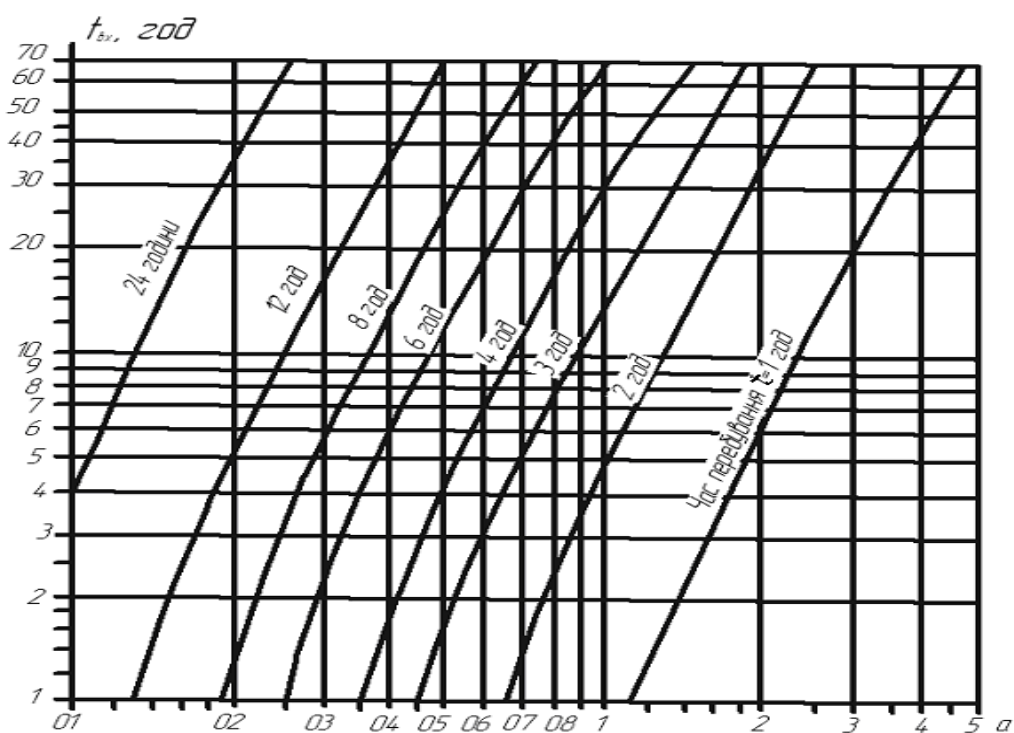


Рисунок 1.3 – Графік для визначення тривалості перебування в зоні радіаційного забруднення під час аварії на АЕС

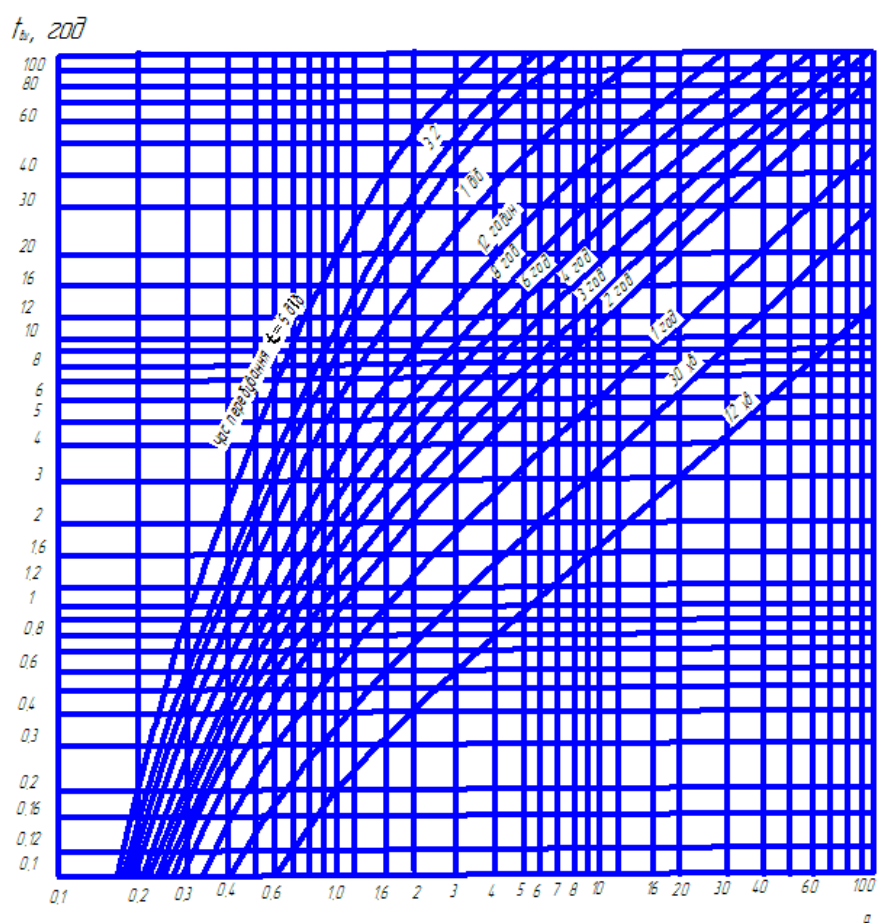


Рисунок 1.4 – Графік для визначення тривалості перебування в зоні радіаційного забруднення у разі ядерного вибуху

Варто зазначити, що тривалість роботи в забрудненій зоні не повинна перевищувати $t \leq 12$ годин [3].

Приклад 1.5 Визначити можливо допустимий час перебування особового складу формувань цивільного захисту на відкритій радіоактивно забрудненій місцевості, якщо виміряний рівень радіації на 6-у годину після аварії на АЕС становить $P_6 = 5$ рад/год, а формування увійдуть у зону забруднення через $t_{\text{вх.}} = 3$ години після аварії. Встановлена доза опромінення дорівнює $D_{\text{вст.}} = 12$ рад.

Розв'язання

Приведемо виміряний рівень радіації $P_6 = 5$ рад/год на 1-ий час після аварії на АЕС; відповідно до розрахунку з прикладу 1.1 $P_1^{AEC} = 10,2$ рад/год.

Далі визначимо відносну величину «а» за залежністю (1.12)

$$a = \frac{P_1}{D_{\text{вст}} \cdot K_{\text{посл}}} = \frac{10,2}{12 \cdot 1} = 0,85$$

де $K_{\text{посл.}}$ – коефіцієнт послаблення рівня радіації; в умові задачі вказано, що формування працюють на відкритій місцевості; $K_{\text{посл.}} = 1$ за таблицею 1.11.

За графіком на рисунку 1.3 за відносною величиною $a = 0,85$ і часу входу в забруднену зону відносно часу аварії $t_{\text{вх}} = 3$ год тривалість перебування в зоні становить $t \approx 2$ години.

Приклад 1.6. Визначити можливо допустимий час перебування формувань цивільного захисту, які проводять рятувальні роботи в бульдозері в зоні радіоактивного забруднення після ядерного вибуху, якщо рівень радіації на 6-у годину становить $P_6 = 5$ рад/год, а формування увійшло в зону радіоактивного забруднення через $t_{\text{вх}} = 3$ години після вибуху. Встановлена доза опромінення дорівнює $D_{\text{вст}} = 12$ рад.

Розв'язання

Як і раніше, приведений до 1-ої години рівень радіації у разі ядерного вибуху становить $P_1 = 42,95$ рад/год (див. приклад 1.1).

Далі визначається відносна величина «а» за залежністю (1.12)

$$a = \frac{P}{D_{\text{вст}} \cdot K_{\text{посл}}} = \frac{42,95}{12 \cdot 4} = 0,9$$

де $K_{\text{посл.}}$ – коефіцієнт послаблення рівня радіації під час виконання рятувальних робіт у бульдозері (табл. 1.11); $K_{\text{посл.}} = 4$.

За графіком на рисунку 1.4 за відносною величиною $a = 0,9$ і часу входу в забруднену зону відносно часу аварії $t_{\text{вх}} = 3$ години тривалість перебування в зоні становить $t \approx 12$ годин.

1.7 Визначення допустимого часу входу в зону радіоактивного забруднення

Одночасно з веденням рятувальних і інших невідкладних робіт необхідно вживати всіх заходів безпеки особового складу формувань цивільного захисту. Одним з цих заходів є обґрунтований час входу в зону з моменту аварії або вибуху.

Вихідними даними для розрахунку часу входу в зону забруднення є: рівень радіації, встановлена доза опромінення, тривалість перебування в зоні у разі вибуху або аварії на АЕС, місце проведення робіт, яке характеризується коефіцієнтом послаблення рівня радіації.

Час входу (вводу) формувань у зону радіоактивного забруднення може бути визначений аналітично, за допомогою таблиць [2, с. 260] та графіків. Практично розв'язувати це завдання, як і раніше, доцільно за допомогою графічних залежностей, які наведені на рисунку 1.3 і рисунку 1.4, попередньо визначивши додаткову відносну величину « a » (1.12). Далі в залежності від параметра « a » і тривалості перебування (роботи) в забрудненій зоні визначається час входу в зону.

Приклад 1.7. Визначити час початку роботи зміни в бульдозері, якщо тривалість роботи в зоні радіаційного забруднення повинна бути не менше 2-х годин, тобто $t \geq 2$ год, а рівень радіації на 6-ту годину після ядерного вибуху становить $P_6 = 5$ рад/год, до того ж встановлена доза опромінення для працюючих дорівнює $D_{\text{вст}} = 12$ рад.

Розв'язання

Як і раніше, приведений до 1-ої години рівень радіації у разі ядерного вибуху становить $P_1 = 42,95$ рад/год (див. приклад 1.1).

Далі визначається відносна величина « a » :

$$a = \frac{P_1}{D_{\text{вст}} \cdot K_{\text{посл.}}} = \frac{42,95}{12 \cdot 4} \approx 0,9$$

де $K_{\text{посл.}}$ – коефіцієнт послаблення рівня радіації під час виконання робіт у бульдозері $K_{\text{посл.}} = 4$ (табл. 1.11).

За графіком на рисунку 1.4 за відносною величиною $a \approx 0,9$ і тривалості перебування в зоні (часу роботи) $t = 2$ год., час входу в забруднену зону відносно часу ядерного вибуху становить $t_{\text{вх}} \approx 0,8$ години.

Аналогічно визначається час входу (час початку роботи) в зону радіоактивного забруднення за графіком рисунок 1.3 у разі аварії на АЕС.

1.8 Визначення кількості змін, початку і тривалості роботи кожної зміни

Під час виконання рятувальних й інших невідкладних робіт заданого об'єму з метою виключення збільшення отриманої дози опромінення відносно встановленої формуванням цивільного захисту в умовах радіоактивного забруднення організовується позмінна робота. Для правильного розподілення сил і засобів цивільного захисту за змінами виникає потреба в розрахунку необхідної кількості змін з огляду на об'єм передбачуваних робіт (в натуральних одиницях або одиницях часу, необхідного для виконання цього об'єму). Під час організації необхідних робіт потрібно також визначити початок і тривалість роботи кожної зміни.

Приклад 1.8. Визначити кількість змін, початок входу (роботи) у зону радіоактивного забруднення кожної зміни, а також тривалість роботи їх у продовж першої доби після аварії на АЕС, якщо рівень радіації на 1-у годину складає $P_1 = 68,7$ рад/год, а встановлена доза опромінення для робітників і службовців складає $D_{\text{вст}} = 12$ рад, причому роботи виконуються в бульдозері.

Розв'язання

Як раніше зазначалося, для робіт, які виконуються в бульдозері коефіцієнт послаблення рівня радіації складає $K_{\text{посл.}} = 4$ (табл. 1.11).

Тоді визначимо відносну величину «а»:

$$a = \frac{P_1}{D_{\text{вст}} \cdot K_{\text{посл.}}} = \frac{68,7}{12 \cdot 4} \approx 1,43$$

Зазвичай час входу в зону радіоактивного забруднення розраховується за умови, щоб I_a зміна могла працювати не менше $t' = 1,5 - 2$ години; прийmemo $t' = 2$ год. Тоді за графіком на рисунку 1.3 за відносною величиною $a = 1,43$ і тривалості роботи I-ої зміни в забрудненій зоні $t^I = 2$ години – час входу в забруднену зону (час початку роботи) $t_{\text{вх}}^I \approx 10,5$ год.

Визначимо час початку роботи (входу в зону) II-ої зміни :

$$t_{\text{вх}}^{II} = t_{\text{вх}}^I + t^I = 10,5 + 2 = 12,5 \text{ год.}$$

Далі залежно від $a = 1,43$ і часу входу в зону другої зміни $t_{\text{вх}}^{II} = 12,5$ год за графіком на рисунку 1.3 знаходимо тривалість перебування в зоні II-ої зміни $t^{II} \approx 2,2$ години.

Визначимо час початку роботи (входу в зону) III-ої зміни:

$$t_{\text{ex}}^{\text{iii}} = t_{\text{ex}}^{\text{ii}} + t^{\text{ii}} = 12,5 + 2,2 = 14,7 \text{ год.}$$

Як і раніше, за графіком рисунку 1.3 залежно від $a = 1,43$ і часу входу в зону III-ої зміни $t_{\text{вх}}^{\text{III}} = 14,7$ год. тривалість перебування в зоні III-ої зміни $t^{\text{iii}} \approx 2,4$ год.

Визначимо час входу в забруднену зону IV-ої зміни :

$$t_{\text{ex}}^{\text{iv}} = t_{\text{ex}}^{\text{iii}} + t^{\text{iii}} = 14,7 + 2,4 = 17,1 \text{ год.}$$

За графіком на рисунку 1.3 залежно від $a = 1,43$ і часу входу в зону забруднення IV-ої зміни $t_{\text{вх}}^{\text{IV}} = 17,1$ год. визначимо тривалість перебування в зоні IV-ої зміни $t^{\text{IV}} \approx 2,6$ години.

Визначимо час початку роботи (входу в зону) V-ої зміни:

$$t_{\text{ex}}^{\text{v}} = t_{\text{ex}}^{\text{iv}} + t^{\text{iv}} = 17,1 + 2,6 = 19,7 \text{ год.}$$

Далі за графіком на рисунку 1.3 залежно від $a = 1,43$ і часу входу в зону забруднення V-ої зміни $t_{\text{вх}}^{\text{V}} = 19,7$ год. визначимо тривалість перебування в зоні V-ої зміни $t^{\text{V}} \approx 2,8$ год.

Визначимо час початку роботи (входу в зону) VI-ої зміни:

$$t_{\text{ex}}^{\text{vi}} = t_{\text{ex}}^{\text{v}} + t^{\text{v}} = 19,7 + 2,8 = 22,5 \text{ год}$$

За графіком на рисунку 1.3 залежно від $a = 1,43$ і часу входу в зону забруднення VI-ої зміни $t_{\text{вх}}^{\text{VI}} = 22,5$ год визначимо тривалість перебування в зоні VI-ої зміни – $t^{\text{VI}} \approx 3$ год.

Визначимо час закінчення робіт VI-ої зміни з моменту аварії на АЕС:

$$t_{\text{закінч.}}^{\text{VI}} = t_{\text{ex.}}^{\text{VI}} + t^{\text{VI}} = 22,6 + 3 = 25,6 \text{ год.}$$

З приведених розрахунків видно, що VI-а зміна охоплює 1-у добу після аварії.

1.9 Визначення режиму радіаційного захисту населення і виробничої діяльності у разі ядерного вибуху

Під режимом радіаційного захисту розуміється порядок застосування засобів і способів захисту людей, який передбачає максимальне зменшення можливих доз опромінення і вибір найдоцільніших дій у зонах радіоактивного забруднення.

Режими радіаційного захисту дозволяють оперативно, без додаткових розрахунків, визначити режим захисту від дії радіації у разі ядерного вибуху залежно від її рівня та умов, в яких знаходяться населення і працюючі.

У зв'язку з тим, що існують різні умови захисту і проживання працюючих і населення, розроблені сім типових режимів радіаційного захисту на основі найтиповіших умов проживання (типів будинків для помешкання), типів захисних споруд та їхніх захисних властивостей (коефіцієнт послаблення опромінення).

Типові режими № 1, № 2 та № 3 повинні використовуватися для непрацюючого населення.

Режим № 1 – розроблений для населення, яке мешкає в дерев'яних будинках з $K_{\text{посл.}} = 2$, а для захисту використовується ПРУ з $K_{\text{посл.}} = 40\text{--}50$ (дод. А).

Режим № 2 – розроблений для населення, яке мешкає в кам'яних будинках із $K_{\text{посл.}} = 10$, а для захисту людей використовується приблизно таке ж саме ПРУ, як і в режимі № 1 із $K_{\text{посл.}} = 50$ (дод. Б).

Режим № 3 – розроблений для населення, яке мешкає в багатоповерхових будинках із $K_{\text{посл.}} = 20$, а для захисту людей використовується ПРУ із $K_{\text{посл.}} = 200\text{--}400$ (дод. В).

Як зазначено в представлених додатках А, Б, вище згадані типові режими передбачають три послідовних етапи обмеженого в часі (встановленого часу) перебування людей у зоні радіоактивного забруднення:

1-й – укриття населення в ПРУ (в годинах) з короткочасним виходом у кінці кожної доби на повітря;

2-й – укриття населення в ПРУ (тривалість у добах), перебування в будинках і в ПРУ (в годинах), а також перебування на відкритому повітрі (години);

3-й – проживання людей у будинках (години на добу) з обмеженим знаходженням на відкритому повітрі (година на добу).

Загальна тривалість виконання певного режиму радіаційного захисту і тривалість кожного етапу залежить від рівня радіації, захисних властивостей захисних споруд і умов (будинків) проживання населення.

Типові режими радіаційного захисту № 4, № 5, № 6 та № 7 розроблені для людей, працівників ОГД у типових умовах праці – виробничих приміщеннях, які мають $K_{\text{посл.}} = 7$ – і працюють в одну або дві зміни на добу впродовж 10–12 годин кожна зміна в наступних умовах проживання і захисту:

– режим № 4 – розроблений для працівників у згаданих вище умовах і проживаючих у дерев'яних будинках із $K_{\text{посл.}} = 2$; для захисту їх використовуються ПРУ з $K_{\text{посл.}} = 20\text{--}50$ (дод. Г);

– режим № 5 – розроблений для працівників в раніше зазначених умовах і проживаючих в кам'яних будинках з $K_{\text{посл.}} = 10$ і для захисту їх використовуються ПРУ з $K_{\text{посл.}} = 50\text{--}100$ (дод. Д);

– режим № 6 – використовується для згаданих раніше умов праці, а проживають працівники в кам'яних будинках з $K_{\text{посл.}} = 10$ і для їх захисту використовуються ПРУ з $K_{\text{посл.}} = 100 - 200$ (дод. Е);

– режим № 7 – розроблений для працюючих у згаданих вище умовах, а проживають працівники в кам'яних будинках з $K_{\text{посл.}} = 10$ і для захисту їх використовуються сховища з $K_{\text{посл.}} = 1000$ і більше (дод. Ж).

Зазначені типові режими № 4–№ 7 також передбачають 3 послідовні етапи їхніх дій:

1-й етап – укриття в ПРУ або сховищі з зупиненням роботи об'єкта;

2-й етап – позмінна робота в виробничих приміщеннях з відпочинком вільної зміни в захисних спорудах на ОГД;

3-й етап – позмінна робота в виробничих приміщеннях з відпочинком вільної зміни в помешканнях і обмеженим перебуванням людей на відкритому повітрі до 1–2 годин на добу.

Загальна тривалість виконання певного із режимів № 4–№ 7 радіаційного захисту і тривалість кожного етапу також залежить від рівня радіації, захисних властивостей захисних споруд і умов (типу будинків) проживання працюючих.

Зазначені типові режими радіаційного захисту вводяться в дію на території населеного пункту або ОГД розпорядженням керівників об'єктів, населених пунктів і органів управління цивільного захисту відповідно до умов проживання і того які захисні споруди використовуються.

Населення має бути інформовано про введення відповідного режиму радіаційного захисту і чітко дотримуватися вимог цих режимів, що забезпечить проведення необхідних робіт на об'єкті, а також не допустити опромінення людей понад встановлені допустимі дози.

Приклад 1.9. Визначити режим радіаційного захисту працюючих на ОГД в умовах радіаційного забруднення, якщо рівень радіації на території підприємства через 3 години після вибуху $P_3^{\text{виб.}} = 130$ рад/год. Варто зазначити, що персонал, який працює, проживає в кам'яних будинках із $K_{\text{посл.}} = 10$, а працюють у виробничих приміщеннях $K_{\text{посл.}} = 7$ до того ж для захисту використовують ПРУ з $K_{\text{посл.}} = 100 - 200$.

Розв'язання

Приведемо вимірний рівень радіації з 3-ої години на 1-у

$$P_1^{\text{виб.}} = P_3^{\text{виб.}} \cdot k_3^{\text{виб.}} = 130 \cdot 3,74 = 486 \text{ рад/год},$$

де $k_3^{\text{виб.}}$ – коефіцієнт перерахунку рівня радіації з 3-ої на 1-у годину після вибуху (табл. 1.10); $k_3^{\text{виб.}} = 3,74$.

Відповідно до заданих умов проживання працівників у кам'яних будинках з $K_{\text{посл.}} = 10$ і захисту їх у ПРУ з $K_{\text{посл.}} = 100 - 200$ знаходимо, що таким

умовам відповідає типовий режим радіаційного захисту № 6 (дод. Е); відповідно до цього додатку (типовий режим радіаційного захисту № 6) для рівня радіації $P_1^{\text{виб.}} \approx 500$ рад/год знаходимо режим захисту з умовним позначенням 6-В-3, який має загальну тривалість виконання 35 діб до того ж на 1-у етапі робота об'єкта припиняється на 1,5 доби і всі працівники впродовж вказаних 1,5 діб знаходяться в ПРУ. Після виконання 1-го етапу настає 2-й етап, упродовж якого відновлюється виробничий процес у дві зміни з відпочинком вільної зміни в ПРУ впродовж 2,5 діб. Далі настає 3-й етап тривалістю 31 доба робота об'єкта здійснюється в 2 зміни з відпочинком вільних від праці змін у своїх помешканнях з обмеженою тривалістю знаходження на відкритій місцевості до 1–2 годин за добу.

1.10 Визначення режиму захисту формувань цивільного захисту

Для особового складу формувань, які проводять аварійно-рятувальні роботи на відкритій радіоактивно забрудненій місцевості, розроблений режим захисту № 8, який передбачає позмінну роботу особового складу формувань цивільного захисту в зазначених умовах. Варто зазначити, що у заданих умовах із високими рівнями радіації основою режиму захисту № 8 є жорсткий контроль за тривалістю роботи особового складу, чітка організація позмінної роботи, безперервний контроль за отриманими дозами опромінення, використання засобів індивідуального захисту і захисних властивостей техніки, транспорту, окремих уцілілих споруд і будівель. Режими радіаційного захисту особового складу формувань цивільного захисту наведено в додатку И, які дозволяють прискорити прийняття рішень по режиму ведення невідкладних робіт у зонах радіоактивного забруднення в залежності від рівня радіації і встановленої дози опромінення.

Варто зазначити, що тривалість роботи 1-ї зміни прийнята $t = 2$ години, а тривалість роботи наступних змін визначається за приведеною раніше методикою (див. 1.6).

Порядок вибору режиму ведення рятувальних і інших невідкладних робіт такий самий як і під час вибору режимів радіаційного захисту № 1-№ 7.

Приклад 1.10. Визначити режим введення рятувальних і інших невідкладних робіт на відкритій місцевості, $K_{\text{посл.}} = 1$ у зоні радіоактивного забруднення, якщо рівень радіації на 1-у годину після вибуху дорівнює $P_1^{\text{виб.}} = 240$ р/год, а встановлена доза $D_{\text{вст.}} = 50$ р.

Розв'язання

Відповідно до додатку И за рівнем радіації на 1-у годину після вибуху $P_1 = 240$ р/год і встановленій дозі $D_{\text{вст.}} = 50$ р час входу (початку роботи) з моменту вибуху становить $t_{\text{вх}} = 5,6$ год, рівень радіації на час входу в зону дорівнює $P_{t_{\text{вх}}} = 30,4$ р/год, а кількість змін на 1-у добу становить $Z = 6$, до того

ж тривалість роботи першої зміни прийнята $t^1 = 2$ години. Якщо необхідно визначити тривалість роботи наступних п'яти змін, то можливо використати раніше наведену методику (див. п. 1.6 або п. 1.8).

1.11 Визначення режиму радіаційного захисту населення у випадку аварії на АЕС

У законі України НР 15/98-ВР «Про захист людини від впливу іонізуючих випромінювань» від 14 січня 1998 року визначені заходи щодо укриття людей, йодної профілактики населення та тимчасової евакуації. Передбачені тимчасові норми (режими захисту) наведені в таблиці 1.12.

Якщо протягом перших 10 діб сукупна ефективна очікувана доза опромінення може перевищити $0,5 \text{ бер} = 0,5 \text{ р} \approx 0,5 \text{ рад}$, то вживають заходів щодо укриття людей [4, с. 47].

Якщо очікувана поглинута доза опромінення щитовидної залози від накопичення в ній радіоактивного йоду може перевищити $5 \text{ рад} \approx 5 \text{ бер} \approx 5 \text{ р}$, згідно з нормами, встановленими міністерством охорони здоров'я України вводиться йодна профілактика.

Якщо протягом одного тижня ефективна доза опромінення може досягти $5 \text{ бер} = 5 \text{ р} \approx 5 \text{ рад}$, то проводиться тимчасова евакуація людей.

Таблиця 1.12 – Тимчасові режими захисту населення у випадку ускладнення обстановки на АЕС

Номер режиму	Сила експозиційної дози, Mr/год	Режимні заходи із захисту населення
1	0,1–0,3	Укриття дітей, герметизація приміщень, укриття та упакування продуктів харчування. Обмежене перебування на відкритому повітрі дорослих. Обладнання санітарних бар'єрів на входах у квартири
2	0,3–1,5	Заходи першого режиму, йодна профілактика дітей, обмежене перебування на вулицях усього населення. Обладнання санітарних бар'єрів на сходах у будинки
3	1,5– 15	Заходи попередніх режимів, йодна профілактика всього населення, часткова евакуація (дітей та вагітних жінок)
4	15,1–100	Заходи 1, 2, 3 режимів. Евакуація всього населення, крім контингенту, задіяного в аварійно-рятувальних роботах
5	Більше 100	Повна евакуація населення

В умовах, коли захист людей не може бути забезпечений введенням відповідного режиму захисту проводиться евакуація.

Рішення про введення режимів радіаційного захисту у випадку ускладнення обстановки на АЕС приймають для населення відповідні начальники цивільного захисту міста, району, сільської Ради, для працюючих – начальники цивільного захисту ОГД.

1.12 Визначення можливих радіаційних втрат працездатності людей

Можливі втрати людей визначаються залежно від дози опромінення, яку вони можуть отримати за певний час і певних умов відповідно до таблиці 1.13.

Таблиця 1.13 – Втрата людьми працездатності внаслідок зовнішнього опромінення

Сумарна доза радіації, $D_{\Sigma, p}$	Процент радіаційних втрат за час після опромінення, діб				Сумарна доза радіації, $D_{\Sigma, p}$	Процент радіаційних втрат за час після опромінення, діб			
	4	10	20	30		4	10	20	30
100	0	0	0	0	275	95	80	65	50
125	5	2	0	0	300	100	95	80	65
150	15	7	5	0	325	100	98	90	80
175	30	20	10	5	350	100	100	95	90
200	50	30	20	10	400	100	100	100	95
225	70	50	35	25	500	100	100	100	100
250	85	65	50	35	—	—	—	—	—

У разі повторного опромінення працівників, формувань цивільного захисту, населення необхідно враховувати також залишкову дозу опромінення, тобто частку дози опромінення від отриманої раніше невідновленої організмом людини на даний час. Організм людини має властивість відновлювати свою діяльність до певної дози опромінення – на 90 %. Процес відновлення починається через 4 доби від початку першого опромінення. Значення залишкової дози опромінення залежить від часу, який минув після опромінення (табл. 1.14).

Таблиця 1.14 – Значення величини залишкової дози опромінення

Час після опромінення (тижнів)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Залишкова доза опромінення, %	90	75	60	50	42	35	30	25	20	17	15	11	11	10

Приклад 1.11. Унаслідок аварії на АЕС обслуговуючий персонал отримав разову дозу опромінення $D = 180$ рад. Визначити втрати людьми працездатності внаслідок зовнішнього опромінення.

Розв'язання

Відповідно до таблиці 1.13 залежно від отриманої дози $D = 180$ рад визначаємо приблизно відсоток (%) радіаційних втрат працездатності за 4 доби ≈ 30 %, за 10 діб ≈ 20 %, за 20 діб ≈ 10 % і за 30 діб після опромінення ≈ 5 % від усієї кількості опромінених людей.

Приклад 1.12. Унаслідок опромінення особовий склад формувань цивільного захисту отримав дозу $D = 90$ рад. За три тижні до цього опромінення особовий склад отримав $D = 50$ рад. Визначити втрати людьми працездатності внаслідок зовнішнього опромінення.

Розв'язання

Спочатку визначається залишкова доза від першого опромінення на момент останнього (другого) опромінення за таблицею 1.14 залежно від часу (в тижнях) після першого опромінення. В цьому разі минуло 3 тижні і залишкова доза становить 60 % від отриманої $D = 50$ рад, тобто:

$$D_{\text{зал.}} = 0,6 \cdot D = 0,6 \cdot 50 = 30 \text{ рад.}$$

Знайдемо сумарну дозу D_{Σ} радіації на момент другого (останнього) опромінення

$$D_{\Sigma} = D + D_{\text{зал.}} = 90 + 30 = 120 \text{ рад}$$

Далі, як в попередньому прикладі, за таблицею 1.13 залежно від сумарної дози $D_{\Sigma} = 120$ рад визначаємо, що радіаційні втрати працездатності після 4-х діб ≈ 5 % і після 10 діб ≈ 2 % від усіх уражених.

Питання для самоконтролю

1. Якими параметрами оцінюються наслідки радіаційних викидів і вибухів?
2. Що таке зовнішнє і внутрішнє опромінення?
3. Що таке довгострокове й оперативне прогнозування радіаційної обстановки?
4. Яким комплексним показником метеоумов враховується його вплив на масштаби забруднення?
5. Особливості визначення масштабів радіоактивного забруднення у разі аварії на АЕС і в разі ядерного вибуху.
6. Визначення часу підходу радіоактивно забрудненого повітря до потрібного об'єкта.
7. Методика приведення рівня радіації з відомого часу на необхідний.
8. Що таке доза опромінення та як вона визначається?
9. Визначення дози опромінення за час перебування в зоні радіоактивного забруднення.
10. Особливості визначення дози опромінення у разі перетину зони радіоактивного забруднення.
11. Визначення допустимого часу перебування людей в зоні радіоактивного забруднення.
12. Визначення допустимого часу входу людей у зону радіоактивного забруднення.
13. Методика визначення кількості змін, тривалості і початку роботи кожної зміни на виконання певного об'єму роботи в зоні радіоактивного забруднення.
14. Режими радіаційного захисту, їхнє призначення і вибір режиму у разі необхідності .
15. Визначення можливих радіаційних втрат працездатності людей .

2 ОЦІНКА ХІМІЧНОЇ ОБСТАНОВКИ

План проведення занять

1. Визначення параметрів хімічного забруднення за довгостроковим прогнозуванням.
2. Визначення параметрів хімічного забруднення за аварійним прогнозуванням.

Оцінка хімічної обстановки

Загальні положення та визначення

Під хімічною обстановкою розуміють комплекс наслідків хімічного забруднення хімічно небезпечними речовинами (ХНР), які спричиняють негативний вплив на стан населення, сил цивільного захисту, навколишнього середовища, об'єктів господарської діяльності (ОГД).

ХНР і отруйні речовини (ОР) – це такі речовини або сполуки, які за певною кількістю, що перебільшує гранично допустимі величини своєї концентрації (щільність зараження), проявляють шкідливу дію на живих істот та навколишнє середовище.

Вразлива хімічна обстановка може з'явитися внаслідок викидів (розливу) ХНР, які оббігають в будь-яких технологічних процесах або у разі зберігання і транспортування їх, внаслідок викидів (розливу) ХНР під час руйнування хімічно небезпечних об'єктів (ХНО), а також при викиді ОР у разі аварії або під час ведення бойових дій.

Оцінка хімічної обстановки передбачає визначення масштабів, характеру, ступеня впливу ХНР на людей, тварин, рослин, оточуюче середовище та розроблення доцільних дій формувань цивільного захисту й населення з ліквідації хімічного зараження і його наслідків.

Для кількісної характеристики впливу ХНР і ОР при їх дії на органи дихання людини застосовується поняття токсична доза, яка визначає ступінь ураження людей залежно від типу ХНР, їхньої концентрації і тривалості дії.

Варто зазначити, що викиди в атмосферу ХНР і ОР можуть бути здійснені в рідинному, газоподібному, пароподібному або аерозольному стані.

У разі зараження ХНР, які зберігаються в газоподібному або рідинному стані та які в момент викиду, виливу переходять в газоподібний стан і створюють первинну або/і вторинну хмару, оцінка хімічної обстановки здійснюється відповідно до «Методики прогнозування наслідків виливу (викиду) небезпечних хімічних речовин при аваріях на промислових об'єктах і транспорті» [5]. Ця «Методика...» призначена для прогнозування масштабів забруднення у разі аварій із небезпечними хімічними речовинами (ХНР) на промислових об'єктах, автомобільному, річковому, залізничному і трубопроводному транспорті й може бути використана для розрахунків на

морському транспорті, якщо хмара ХНР у разі аварії на ньому може дістати прибережної зони, де мешкає населення. Оцінка хімічної обстановки здійснюється методом довгострокового прогнозування, тобто до виникнення надзвичайних ситуацій (НС) і за даними хімічної розвідки (після виникнення НС).

У разі викиду ХНР або застосування ОР виникає зона розповсюдження цих речовин – це вся територія, над якою розповсюдилась хмара ХНР або ОР, зазвичай за напрямом вітру. Найбільша протяжність цієї зони характеризується глибиною розповсюдження. У зоні розповсюдження розташована зона можливого хімічного зараження (ЗМХЗ) – це територія, в межах якої під впливом зміни напрямку вітру (не зважаючи на метеоумови) може виникнути переміщення хмари ХНР або ОР із небезпечними для людини концентраціями [5].

В ЗМХЗ виникають осередки (один або декілька) хімічного ураження – це територія, де спостерігаються масові ураження людей і сільськогосподарських тварин.

Протяжність зони зараження або осередка ураження характеризується відповідною глибиною зони.

Залежно від агрегатного стану ХНР або ОР виникає первинна хмара – це газоподібна ХНР, яка утворюється внаслідок миттєвого переходу в атмосферу з ємності або пароподібна частина рідинної ХНР, яка утворюється внаслідок миттєвого переходу (1–2 хв) [4, с. 179] в атмосферу з ємності й (або) вторинна хмара, яка виникає внаслідок випаровування ХНР із підстильної поверхні.

За тривалість хімічного зараження прийнято вважати для рідин час випаровування ХНР.

Методика [5] передбачає проведення розрахунків за оцінкою обстановки в приземному шарі повітря (на висоті до 10 м над поверхнею землі) для планування заходів щодо захисту населення.

Ступінь ураження живих організмів (токсидоза) і навколишнього середовища залежить насамперед від кількості ХНР або ОР, які потрапили в приземний простір, тобто від їхньої концентрації, часу дії цих речовин на живі істоти й метеорологічних умов. Тому, оцінюючи хімічну обстановку, потрібно знати особливості метеорологічних умов, які істотно впливають на розповсюдження хмари хімічного забруднення. До останніх належать швидкість і напрям вітру в приземному шарі, температура повітря і землі, наявність хмарності, час доби. Вплив на хімічну обстановку останніх двох чинників і швидкості вітру оцінюється ступенем вертикальної стійкості атмосфери (СВСА), який буває інверсією, ізотермією та конвекцією.

Ступінь вертикальної стійкості приземного шару повітря може бути визначений за даними прогнозу погоди та за даними метеообстежень.

У таблиці 2.1 наведено СВСА залежно від швидкості вітру, хмарності й часу доби.

Під час оцінки хімічної обстановки у випадку зараження ХНР у разі необхідності використовується поняття еквівалентна кількість ХНР – це така

кількість хлору, масштаб зараження яким за певних метеорологічних умов (інверсії) еквівалентний масштабу зараження за тих самих метеорологічних умов кількістю певної (викинутої) ХНР, яка перейшла в первинну і (або) у вторинну хмару.

У межах ЗМХЗ розташована прогнозована зона хімічного зараження (ПЗХЗ), яка враховує конкретні метеорологічні умови (СВСА), і параметри якої приблизно визначаються формою еліпса [5].

Таблиця 2.1 – Визначення ступеня вертикальної стійкості атмосфери*

Швидкість вітру V_B , м/с	День			Ніч		
	Ясно	Напівясно	Хмарно	Ясно	Напівясно	Хмарно
0,5	Конвекція	Конвекція	Ізотермія	Інверсія	Інверсія	Ізотермія
0,5–2,0		Ізотермія			Ізотермія	
2,1–4,0				Ізотермія		
Більше 4,0	Ізотермія					

*Примітки:

1. Інверсія – такий стан приземного шару повітря, за якого температура поверхні ґрунту менша за температуру повітря на висоті 2 м від поверхні.

2. Ізотермія – такий стан приземного шару повітря, за якого температура поверхні ґрунту орієнтовно дорівнює температурі повітря на висоті 2 м від поверхні.

3. Конвекція – такий стан приземного шару повітря, за якого температура поверхні ґрунту більша за температуру повітря на висоті 2 м від поверхні.

Варто зазначити, що масштаби ураження ХНР залежно від фізичних властивостей і агрегатного стану розраховуються за первинною та (або) вторинною хмарою, зокрема:

- для стиснених газів – тільки за первинно. хмарою;
- для зріджених газів – за первинною і вторинною хмарою;
- для отруйних рідин, що киплять вище температури навколишнього середовища – тільки за вторинною хмарою [6].

У цьому разі розглядатиметься оцінка хімічної обстановки за умов зараження ХНР, які зберігаються в газоподібному або рідинному стані та які в момент викиду, виливу переходять у газоподібний стан, утворюючи первинну або/і вторинну хмару [5].

2.1 Визначення параметрів хімічного забруднення за довгостроковим прогнозуванням

Довгострокове прогнозування згідно з [5] здійснюється заздалегідь до виникнення або настання надзвичайної ситуації для визначення можливих масштабів зараження, сил і засобів, які залучатимуться для ліквідації наслідків аварії, складання планів роботи та інших довгострокових (довідкових) матеріалів.

Основним показником, який впливає на розміри зон хімічного забруднення, є кількість викинутої ХНР. Необхідно зазначити, що для об'єктів, які розташовані в небезпечних районах у разі воєнного часу та для сейсмонебезпечних районів тощо кількість викинутих ХНР є загальна кількість ХНР на об'єкті, а для інших ОГД кількістю ХНР є кількість в одиночній максимальній технологічній ємності, до того ж ступінь заповнення її (ємності) приймається 70 % від паспортного об'єму ємності, а розлив ХНР приймається «у піддон» або «вільно» залежно від умов зберігання. У цьому разі вважається, що ємності з ХНР під час аварій й руйнуються повністю.

Під час аварій на продуктопроводах (аміакопроводах тощо) кількість ХНР, яка може бути викинута, приймається за її кількість між відсікачами (для продуктопроводів об'єм приймається 300–500 т).

Згідно з [5], для довгострокового прогнозування прийняті такі метеорологічні умови: швидкість вітру в приземному шарі – 1 м/с, температура повітря – 20°C, СВСА – інверсія, напрямок вітру не враховується, а отже, розповсюдження хмари забрудненого повітря приймається по колу – 360°.

Що стосується захисту населення, то останній детальніше планується на глибину зони можливого забруднення, яка утворюється протягом перших 4-ох годин після початку аварії.

Глибина розповсюдження хмари забрудненого повітря у разі аварії на ХНО визначається для інверсії за швидкістю вітру 1 м/с залежно від кількості викинутої ХНР, її найменування та температури повітря за «вільним» розливом за додатком К, Н, С або Ф.

У разі аварії з ємностями, які містять кількість ХНР менше від нижчих меж, що вказані в таблицях додатків К, Н, С або Ф, глибини розраховуються методом інтерполяції між нижчим значенням та нулем. [5].

Глибина розповсюдження для ХНР, які не зазначені в додатках К, Н, С, Ф розраховується з використанням коефіцієнтів перерахунку, наведених у додатку Ш. У цьому разі береться значення глибини розповсюдження хмари забрудненого повітря хлору, яке відповідає умовам довгострокового прогнозування (швидкість вітру, СВСА, температура повітря, кількість ХНР), і множиться на коефіцієнт знайдений за додатком Ш, тобто:

$$G = G_{\text{хлор}} \cdot k_{\text{глиб}} \quad , \text{ км} \quad (2.1)$$

де $G_{\text{хлор}}$ – глибина зони розповсюдження хмари хлору для зазначених вище умов, км;

$k_{\text{глиб}}$ – перекладний коефіцієнт, який враховує вид ХНР; (дод. Ш).

У разі розливу ХНР «у піддон» або є обвалування, то глибина розповсюдження хмари забрудненого повітря визначається [5, с. 31]

$$G_{\text{підд.}} = \frac{G_{\text{вільн.}}}{k_{\text{змени.глиб}}} \quad , \text{ км} \quad (2.2)$$

де $G_{\text{підд.}}$ – глибина розповсюдження хмари забрудненого повітря за розливом «у піддон» або за обвалуванням, км;

$\Gamma_{\text{вільн.}}$ – глибина розповсюдження хмари забрудненого повітря за «вільним» розливом, км; (дод. К або Н, С, Ф);

$k_{\text{зменш.глиб}}$ – коефіцієнт зменшення глибини розповсюдження хмари ХНР за виливом «у піддон» або за обвалуванням (табл. 2.2), якщо приміщення, де зберігаються ХНР герметично зачиняються і обладнані спеціальними вловлювачами, то коефіцієнт $k_{\text{зменш.глиб}}$ збільшується в 3 рази [5, с. 10].

Таблиця 2.2 – Коефіцієнти зменшення глибини розповсюдження хмари ХНР $k_{\text{зменш.глиб}}$ за виливом «у піддон»

Найменування ХНР	Висота обвалування, м		
	1	2	3
Хлор	2,1	2,4	2,5
Аміак	2,0	2,25	2,35
Сірчаний ангідрид	2,5	3,0	3,1
Сірководень	1,6	–	–
Соляна кислота	4,6	7,4	10,0
Хлорпикрин	5,3	8,8	11,6
Формальдегід	2,1	2,3	2,5

Варто зазначити, що для умов міської забудови, сільського будівництва або лісів глибина розповсюдження хмари забрудненого повітря для кожного 1 км цих зон зменшується відповідно до таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Коефіцієнт зменшення глибини розповсюдження хмари забрудненого повітря для кожного 1 км зони $k'_{\text{зменш.глиб}}$ залежно від забудови й наявності лісу

СВСА	Міська забудова	Лісові масиви	Сільське будівництво
Інверсія	3,5	1,8	3
Ізотермія	3	1,7	2,5
Конвекція	3	1,5	2

Далі визначається площа МЗХЗ, з огляду на те, що розповсюдження хмари забрудненого повітря становить коло [5, с. 7]

$$S_{\text{МЗХЗ}} = \pi \cdot \Gamma^2, \text{ км}^2 \quad (2.3)$$

де $S_{\text{МЗХЗ}}$ – площа МЗХЗ, км²;

Γ – глибина розповсюдження хмари забрудненого повітря, для даних умов, км.

Площа ПЗХЗ для довгострокового прогнозування визначається за залежністю [5, с.7]:

$$S_{\text{ПЗХЗ}} = 0,11 \cdot \Gamma^2, \text{ км}^2 \quad (2.4)$$

Далі визначається ширина прогнозованої зони хімічного забруднення $Ш_{ПЗХЗ}$ для умов довгострокового прогнозування, зокрема для інверсії за залежністю [5, с. 8]:

$$Ш_{ПЗХЗ} = 0,3 \cdot \Gamma^{0,6}, \text{ км} \quad (2.5)$$

Знаючи ширину і глибину зони забруднення, можна визначити ті населені пункти, які попадають в зону зараження ХНР, і попередньо визначити можливі втрати населення згідно з [5, с. 11] від загальної кількості проживаючих на забрудненій ХНР території (табл. 2.4).

Таблиця 2.4 – Можливі втрати населення, робітників та службовців, які опинилися у ЗМХЗ (ПЗХЗ), %

Забезпеченість засобами захисту	На відкритій місцевості	У будівлях або в простіших сховищах
Без протигазів	90 - 100	50
У протигасах	1 - 2	до 1
У простіших засобах захисту	50	30 - 45

Структура втрат може розподілятися так:

- легкі втрати – до 25 %;
- втрати середньої тяжкості – до 40 %;
- втрати з летальними наслідками – до 35 %.

Термін підходу хмари забрудненого ХНР повітря до потрібного об'єкта (наприклад, населений пункт) визначається [5, с. 8] за залежністю:

$$\tau_{\text{підх.}} = \frac{L}{V_{\text{пер.}}}, \text{ год} \quad (2.6)$$

де L – відстань від джерела забруднення ХНР до заданого об'єкта, км;
 $V_{\text{пер.}}$ – швидкість переносу переднього фронту забрудненого повітря, км/год; визначається згідно з таблицею 2.5 залежно від швидкості вітру (для довгострокового прогнозування $V_{\text{в}} = 1$ м/с) і СВСА – інверсія $V_{\text{пер.}} = 5$ км/год.

Таблиця 2.5 – Швидкість переносу переднього фронту хмари забрудненого повітря $V_{\text{пер.}}$ залежно від швидкості вітру та СВСА

Швидкість повітря, м/с									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Швидкість переносу фронту хмари забрудненого повітря, $V_{\text{пер.}}$, км/год									
Інверсія									
5	10	16	21						
Ізотермія									
6	12	18	24	29	35	41	47	53	59
Конвекція									
7	14	21	28						

Після закінчення розрахунків довгострокового прогнозування виконується присвоєння ступеню хімічної небезпеки для кожного об'єкта, а також – для адміністративно-територіальної одиниці (дод. ІІІ).

Варто зазначити, якщо об'єкт розташований у населеному пункті та площа ПЗХЗ не виходить за межі населеного пункту, тоді всі дані з кількості населення в ПЗХЗ, а також втрати населення розраховуються тільки за ПЗХЗ. У разі наявності на території адміністративно-територіальної одиниці більше одного ХНО загальна площа зони забруднення (МЗХЗ або ПЗХЗ) розраховується після нанесення зон на карту. Якщо спостерігається перекриття зон, загальна площа приймається інтегровано за ізолініями зон забруднення, і тільки після цього виконуються подальші розрахунки стосовно кількості та втрат населення в зонах.

Приклад 2.1. Визначити площу можливої і прогнозованої зони зараження фосгеном, якщо він знаходиться в рідинному стані в ємності з паспортним об'ємом $U = 14 \text{ м}^3$.

Розв'язання

Згідно з рекомендаціями [5, с. 7] довгострокове прогнозування здійснюється за умови повного руйнування ємності та наявності в ній 70 % ХНР від її паспортного об'єму. Визначимо об'єм фосгену:

$$U_{\text{фосг.}} = \frac{70 \cdot U}{100} = 0,7 \cdot 14 = 9,8 \text{ м}^3$$

Далі визначається вага фосгену, який знаходиться в ємності

$$Q_{\text{фосг.}} = U_{\text{фосг.}} \cdot d_{\text{фосг.}} = 9,8 \cdot 1,432 = 14,04 \text{ т}$$

де $d_{\text{фосг.}}$ – щільність фосгену в рідинному стані, т/м^3 ; (дод. ІУ);

$$d_{\text{фосг.}} = 1,432 \text{ т/м}^3.$$

Відповідно до метеоумов (СВСА – інверсія, швидкість вітру $V_{\text{в}} = 1 \text{ м/с}$, температура $t^\circ = 20^\circ \text{C}$) [5, с.7] для довгострокового прогнозування згідно з додатком К для ХНР – хлор в кількості $Q_{\text{фосг.}} = 14,04 \text{ т}$ визначається методом інтерполяції глибина його розповсюдження – $\Gamma_{\text{хлор}} \approx 23,5 \text{ км}$

Далі за залежністю (2.1) визначається дійсна глибина розповсюдження хмари фосгену:

$$\Gamma_{\text{фосг.}} = \Gamma_{\text{хлор}} \cdot k_{\text{глиб.}}^{\text{фосг.}} = 23,5 \cdot 1,14 = 26,8 \text{ км},$$

де $k_{\text{глиб.}}^{\text{фосг.}}$ – коефіцієнт, який враховує глибину розповсюдження ХНР, які не ввійшли до додатків К – Ц стосовно хлору; для фосгену $k_{\text{глиб.}}^{\text{фосг.}} = 1,14$ (дод. ІІІ).

Далі визначається площа ЗМХЗ за залежністю (2.3), враховуючи, що розповсюдження хмари забрудненого повітря становить коло [5, с. 7]

$$S_{МЗХЗ}^{фосг.} = \pi \cdot \Gamma_{фосг.}^2 = 3,14 \cdot 26,8^2 = 2255 \text{ км}^2$$

де $S_{МЗХЗ}^{фосг.}$ – площа можливої зони хімічного зараження фосгеном, км^2 ;

$\Gamma_{фосг.}$ – глибина зони зараження фосгеном, км.

Площа ПЗХЗ для довгострокового прогнозування визначається за залежністю [5, с. 7] (2.4):

$$S_{ПЗХЗ}^{фосг.} = 0,11 \cdot \Gamma_{фосг.}^2 = 0,11 \cdot 26,8^2 = 79 \text{ км}^2$$

Ширина прогнозованої зони хімічного забруднення для умов довгострокового прогнозування, зокрема для інверсії, визначається за залежністю (2.5) [5, с. 8]:

$$Ш_{ПЗХЗ}^{фосг.} = 0,3 \cdot \Gamma_{фосг.}^{0,6} = 0,3 \cdot 26,8^{0,6} \approx 2,16 \text{ км}$$

Приклад 2.2. На ХНО, який розташований на відстані $L=8$ км від населеного пункту, зберігається в обвалованій висотою $H=1,2$ м ємності $Q_{хлор} = 75$ т хлору у рідинному стані. Розміри населеного пункту за напрямом умовного вітру (ширина) становить $A=4$ км, а перпендикулярно напрямку умовного вітру (довжина) дорівнює $B=6$ км. У населеному пункті проживає 15874 особи, які не забезпечені засобами захисту. Необхідно здійснити довгострокове прогнозування хімічної обстановки у разі руйнування цієї ємності.

Розв'язання

Згідно з рекомендаціями [5], довгострокове прогнозування здійснюється за умови повного руйнування ємності і викиду 100 % ХНР.

Як зазначалося раніше, згідно з [5], для довгострокового прогнозування, приймається швидкість вітру в приземному шарі $V_B=1$ м/с, температура повітря – 20^0 С, СВСА – інверсія і для цих умов відповідно до додатка К за кількістю викинутої ХНР $Q_{хлор} = 75$ т, методом інтерполяції визначається глибина розповсюдження хмари – $\Gamma_{хлор.} \approx 67$ км

З огляду на те, що ємність обвалована висотою $H=1,2$ м визначається коефіцієнт зменшення глибини розповсюдження хмари; згідно з таблицею 2.2 для хлору з висотою обвалування $H=1$ м, $k_{глиб.}^{хлор.} = 2,1$, Тоді у відповідності до залежності (2.2) визначається дійсна глибина розповсюдження ХНР

$$\Gamma_{хлор.}^{обвалув.} = \frac{\Gamma_{хлор.}}{k_{глиб.}^{хлор.}} = \frac{67}{2,1} = 31,9 \text{ км}$$

де $k_{глиб.}^{хлор.}$ – коефіцієнт зменшення глибини розповсюдження хмари хлору за виливом в обвалування.

Далі, як і раніше, визначається площа ЗМХЗ за залежністю (2.3), враховуючи, що розповсюдження хмари забрудненого повітря становить коло [5, с. 7]:

$$S_{МЗХЗ}^{хлор...} = \pi \cdot (\Gamma_{хлор.}^{обвалув.})^2 = 3,14 \cdot 31,9^2 \approx 3195 \text{ км}^2$$

де $S_{МЗХЗ}^{хлор.}$ – площа можливої зони хімічного зараження хлором, км²;

$\Gamma_{хлор.}^{обвалув.}$ – глибина зони зараження хлором з урахуванням обвалування, км.

Площа ПЗХЗ для довгострокового прогнозування визначається за залежністю (2.4):

$$S_{ПЗХЗ}^{хлор.} = 0,11 \cdot (\Gamma_{хлор.}^{обвалув.})^2 = 0,11 \cdot 31,9^2 \approx 112 \text{ км}^2,$$

Далі визначається ширина прогнозованої зони хімічного забруднення для умов довгострокового прогнозування, зокрема для інверсії за залежністю (2.5):

$$Ш_{ПЗХЗ}^{хлор.} = 0,3 \cdot (\Gamma_{хлор.}^{обвалув.})^{0,6} = 0,3 \cdot 31,9^{0,6} \approx 2,4 \text{ км}$$

Попередньо визначається площа населеного пункту:

$$F = A \cdot B = 4 \cdot 6 = 24 \text{ км}^2$$

де А і В – відповідно задані ширина і довжина населеного пункту, км.

Вважаючи, що напрям умовного вітру співпадає з напрямом найменшої ширини населеного пункту, далі визначається площа населеного пункту, яка знаходиться в ПЗХЗ:

$$F_{ПЗХЗ} = Ш_{ПЗХЗ}^{хлор.} \cdot A = 2,4 \cdot 4 = 9,6 \text{ км}^2$$

Результати розрахунків наносяться на карту або на схему.

Далі визначається кількість людей, які проживають на забрудненій ХНР ПЗХЗ, вважаючи, що населення рівномірно проживає в населеному пункті:

$$N_{ПЗХЗ}^{населен.} = \frac{N_{населен.} \cdot F_{ПЗХЗ}}{F} = \frac{15874 \cdot 9,6}{24} = 6350 \text{ ос.}$$

Можливі втрати населення, яке опинилося в зоні ПЗХЗ визначаються за таблицею 2.4. У цьому разі населення не забезпечене засобами захисту й можливі втрати на відкритій місцевості становлять близько 100 %, тобто ≈ 6350 ос.

Структуру втрат можливо визначити відповідно до [5]

– легкі втрати $\frac{25 \cdot 6350}{100} \approx 1588$ ос.;

– втрати середньої тяжкості $\frac{40 \cdot 6350}{100} \approx 2540$ ос.;

– втрати з летальними наслідками особи. $\frac{35 \cdot 6350}{100} \approx 2223$ ос.

Як зазначалося раніше, термін підходу хмари забрудненого ХНР повітря до населеного пункту визначається за залежністю (2.6):

$$\tau_{\text{підх.}}^{\text{хлор}} = \frac{L}{V_{\text{пер.}}} = \frac{8}{5} = 1,6 \text{ год,}$$

де L – відстань від джерела забруднення ХНР до заданого об'єкта, км;
 $V_{\text{пер.}}$ – швидкість переносу переднього фронту забрудненого повітря, км/год; визначається згідно з таблицею 2.5 залежно від швидкості вітру (для довгострокового прогнозування $V_{\text{в}} = 1$ м/с і СВСА – інверсія) ;
 $V_{\text{пер}} = 5$ км/год.

Після розрахунків довгострокового прогнозування виконується присвоєння ступеню хімічної небезпеки для ХНО. Відповідно до додатка Щ, у разі аварії на ХНО кількість населення, яке попадає в ПЗХЗ більше 3000 осіб, то ХНО присвоюється перший ступінь небезпеки (в цьому разі в ПЗХЗ попадає 6350 осіб).

Що стосується адміністративно-територіальної одиниці, то в залежності від співвідношення площі МЗХЗ і розміру (площі) адміністративно-територіальної одиниці останній присвоюється ступінь хімічної небезпеки (дод. Щ).

2.2 Визначення параметрів хімічного забруднення при аварійному прогнозуванні

Фактична хімічна обстановка оцінюється оперативним або аварійним прогнозуванням, яке виконується під час виникнення аварії за даними хімічної розвідки за допомогою приладів, систем і засобів хімічного контролю.

Під аварійним прогнозуванням розуміють визначення дійсного масштабу і особливостей зараження ХНР, аналізу його впливу на дії населення і виробничу діяльність у разі їхнього викиду (виливу). Такий прогноз здійснюється на термін не більше ніж на 4 години після чого оперативне прогнозування має бути уточнене з огляду на певні умови.

Аварійне прогнозування бере до уваги загальну кількість ХНР, яка була викинута (вилита) або загальну кількість ХНР на момент аварії в ємності (трубопроводі), на якій виникла аварія, особливостей розливу ХНР, реальні метеорологічні умови (температура повітря, швидкість і напрямок вітру в приземному шарі і СВСА), а також середню щільність населення для певної місцевості (чисельність населення і площа населеного пункту).

Глибина зони можливого зараження за аварійним (оперативним) прогнозуванням визначається також як і для довгострокового прогнозування за одним із додатків К – Ц з урахуванням певної температури повітря і швидкості вітру, а якщо необхідно, то з урахуванням способу розливу («в піддон» або в обвалування), наявності забудови та лісового масиву.

Далі визначається максимальна глибина зони зараження для 4-ох годинної тривалості даних метеоумов за залежністю:

$$G_{max} = T \cdot V_{пер.}, \text{ км} \quad (2.7)$$

де T – час, який минув після викиду ХНР, год; в цьому разі приймається максимальний час розповсюдження хмари;

$T = 4$ год [5];

$V_{пер.}$ – швидкість переносу хмари забрудненого повітря, км/год; визначається за таблицею 2.5 залежно від швидкості вітру і СВСА.

Отримане значення розрахованої глибини зони зараження $G_{розрах.}$ порівнюється з гранично можливим (максимальним) значенням глибини G_{max} розповсюдження повітряних мас, що відповідають даним метеоумовам і для подальших розрахунків остаточно приймається менше з двох значень $G_{розрах.}$ або G_{max} .

Відповідно до [5] далі визначається площа ЗМХЗ ХНР з урахуванням певних метеоумов за залежністю:

$$S_{ПЗХЗ} = \frac{\pi \cdot G^2}{360} \cdot \Phi, \text{ км}^2 \quad (2.8)$$

де G – дійсна (вибрана) глибина зони зараження ХНР, км ;

Φ – коефіцієнт, який умовно дорівнює кутовому розміру зони можливого зараження, град (табл. 2.6).

Таблиця 2.6 – Коефіцієнт Φ , який залежить від швидкості вітру

$V_{в}, \text{ м/с}$	< 1	1	2	> 2
Φ , град.	360	180	90	45

Варто зазначити, що форма площі ЗМХЗ може бути зображена як сектор круга, форма й розміри якого залежать від швидкості й напрямку вітру.

Далі розраховується площа ПЗХЗ за залежністю:

$$S_{ПЗХЗ} = c \cdot G^2 \cdot T^{0.2}, \text{ км}^2 \quad (2.9)$$

де c – коефіцієнт, який враховує СВСА під час визначення площі ПЗХЗ (табл. 2.7);

T – час після викиду (виливу) ХНР, на який розраховується ПЗХЗ, год.

Ширина ПЗХЗ визначається відповідно до дійсної глибини зони зараження і СВСА [5] за однією із залежностей:

Таблиця 2.7 – Коефіцієнт c , який залежить від СВСА при визначенні площі ПЗХЗ

Стан вертикальної стійкості атмосфери	Інверсія	Ізотермія	Конвекція
Значення c	0,081	0,133	0,235

- за інверсією $Ш_{ПЗХЗ} = 0,3 \cdot \Gamma^{0,6}$, км;
- за ізотермією $Ш_{ПЗХЗ} = 0,3 \cdot \Gamma^{0,75}$, км;
- за конвенцією $Ш_{ПЗХЗ} = 0,3 \cdot \Gamma^{0,95}$, км.

Час підходу хмари ХНР до певного об'єкта визначається так само, як і для довгострокового прогнозування за залежністю (2.6) з огляду на те, що швидкість переносу переднього фронту забрудненого повітря визначається залежно від певної величини швидкості вітру і СВСА (табл. 2.5).

Можливі втрати населення і їхня структура, яке опинилося в зоні ПЗХЗ визначаються так само, як за довгостроковим прогнозуванням (табл. 2.4).

Результати розрахунків наносяться на карту або на схему.

Терміном дії джерела забруднення ХНР прийнято вважати час випаровування їх, який в [5, с. 25] рекомендується визначити за додатком Я для деяких ХНР залежно від найменування, характеру їхнього розливу та метеоумов.

Для інших ХНР тривалість фактора зараження (час випаровування) можливо визначити за залежністю:

$$\tau_{\text{зараж}} = \frac{h \cdot d}{\eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3}, \text{ год} \quad (2.11)$$

де h – товщина шару розливу, м; за розливом ХНР «вільно», тобто на підстильну поверхню, висота шару її не перевищує $h \leq 0,05$ м; за розливом «у піддон» або ємність має обвалування, то висота шару розливої ХНР визначається за залежністю [5, с. 9]:

$$h = H - 0,2, \text{ м} \quad (2.12)$$

де H – висота піддону або обвалування, м;

d – щільність ХНР, т/м³; (дод. Ю);

η_1 – коефіцієнт, що залежить від фізико-хімічних властивостей ХНР; для деяких ХНР останній приведений в додатку Ю; слід зазначити, що для ХНР, які не ввійшли в перелік додатка Ю, η_1 визначається в роботі [4];

η_2 – коефіцієнт, що враховує швидкість вітру й визначається за таблицею 2.8.

Таблиця 2.8 – Значення коефіцієнту η_2 залежно від швидкості вітру

Швидкість вітру, V_v , м/с	1	1,5	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15
Значення η_2	1	1,18	1,33	1,67	2,0	2,34	2,67	3,0	3,34	3,67	4,0	5,68

η_3 – коефіцієнт, що враховує вплив температури повітря; визначається за додатком Ю залежно від типу ХНР і температури повітря, до того ж для стиснених газів $\eta_3 = 1$ [4, с. 180].

Приклад 2.3. Здійснити аварійне (оперативне) прогнозування хімічної обстановки на 3-ю годину після викиду ($T = 3$ год) в ніч за суцільною хмарністю, швидкості вітру $V_b = 3$ м/с у західному напрямі й температурою повітря $t^\circ = 5^\circ$ С сірчаного ангідриду на підстилаючу поверхню в кількості $Q_0 = 35$ т. На відстані $L = 1,2$ км від ХНО розташований населений пункт з розмірами: довжиною в напрямі дії вітру $A = 2$ км і шириною $B = 1$ км із чисельністю населення 300 осіб. Люди своєчасно поінформовані про хімічне забруднення і будуть знаходитися в будівлях або сховищах без протигазів.

Розв'язання

Залежно від часу доби (за умовою ніч) і метеорологічних умов на момент аварії (швидкість вітру $V_b = 3$ м/с і суцільній хмарності) визначається за таблицею 2.1 (розділ 1) СВСА – ізотермія.

Залежно від кількості викинутого вільно на підстилаючу поверхню сірчаного ангідриду $Q_0 = 35$ т для швидкості вітру $V_b = 3$ м/с, для температури повітря $t^\circ = 5^\circ$ С і СВСА – ізотермія за додатком П методом інтерполяції визначається глибина розповсюдження хмари забрудненого повітря у разі аварії на ХНО – $\Gamma^{сирч.анг.} \approx 3,6$ км.

Далі визначається максимальна глибина зони зараження для 4 годинної тривалості забруднення сірчанним ангідридом для даних метеоумов за залежністю (2.7):

$$\Gamma_{\max}^{сирч.анг.} = T \cdot V_{\text{пер}}^{сирч.анг.} = 4 \cdot 18 = 72 \text{ км}$$

де T – час, який минув після викиду сірчаного ангідриду, год; в цьому разі приймається максимальний час розповсюдження хмари; $T = 4$ год [5, с. 8];

$V_{\text{пер}}^{сирч.анг.}$ – швидкість переносу хмари забрудненого сірчанним ангідридом повітря, км/год; визначається за таблицею 2.5 в залежності від швидкості вітру і СВСА;

$$V_{\text{пер}}^{сирч.анг.} = 18 \text{ км/год.}$$

Отримане за додатком П значення глибини зони зараження $\Gamma^{сирч.анг.} \approx 3,6$ км порівнюється з гранично можливим (максимальним) значенням $\Gamma_{\max}^{сирч.анг.} = 72$ км глибини розповсюдження повітряних мас, що відповідають даним метеоумовам і для подальших розрахунків остаточно приймається менше з двох значень, тобто $\Gamma^{сирч.анг.} \approx 3,6$ км

Далі визначається площа ЗМХЗ сірчанним ангідридом за залежністю (2.8):

$$S_{\text{ЗМХЗ}}^{сирч.анг.} = \frac{\pi \cdot (\Gamma^{сирч.анг.})^2}{360} \cdot \Phi = \frac{3,14 \cdot 3,6^2}{360} \cdot 45 \approx 5,1 \text{ км}^2,$$

де Φ – коефіцієнт, який умовно дорівнює кутовому розміру зони можливого зараження, град; згідно з таблицею 2.6 для швидкості вітру $V_b = 3$ м/с $\Phi = 45^\circ$.

Площа ПЗХЗ визначається за залежністю (2.9) з урахуванням СВСА і часу, який минув із моменту аварії:

$$S_{ПЗХЗ}^{сірч.анг.} = c \cdot (\Gamma^{сірч.анг.})^2 \cdot T^{0,2} = 0,133 \cdot 3,6^2 \cdot 3^{0,2} \approx 2,15 \text{ км}^2,$$

де c – коефіцієнт, який враховує СВСА; відповідно до таблиці 2.7 для ізотермії $c = 0,133$;

T – час, який минув після аварії на ХНО, год; за умовою $T = 3$ год.

Ширина ПЗХЗ визначається згідно (2.10) для ізотермії:

$$Ш_{ПЗХЗ}^{сірч.анг.} = 0,3 \cdot (\Gamma^{сірч.анг.})^{0,75} = 0,3 \cdot 3,6^{0,75} \approx 0,9 \text{ км}$$

Час підходу хмари сірчаного ангідриду до населеного пункту визначається за залежністю (2.6):

$$\tau_{підх.}^{сірч.анг.} = \frac{L}{V_{пер.}^{сірч.анг.}} = \frac{1,2}{18} \approx 0,066 \text{ год} \approx 4 \text{ хв}$$

де L – відстань від джерела викиду сірчаного ангідриду до населеного пункту, км; $L = 1,2$ км;

Термін дії джерела забруднення сірчанним ангідридом визначається залежно від швидкості вітру $V_v = 3$ м/с і температури повітря $t^\circ = 5^\circ\text{C}$ згідно з додатком Я у разі вільного розливу методом інтерполяції $\tau_{зараж.}^{сірч.анг.} = 0,9$ год = 54 хв.

Результати оперативного прогнозування наносяться на карту або схему.

Якщо площа населеного пункту буде знаходитися у зоні прогнозованої площі зараження (повністю або частково), можливі втрати населення у разі своєчасного попередження людей, що будуть знаходитися в будівлях або сховищах втрати можна визначити відповідно таблиці 2.4. У даному випадку, населення знаходиться без протигазів у будівлях або простих сховищах, а населений пункт приблизно повністю знаходиться в ПЗХЗ, можливі втрати будуть становити $\approx 50\%$ від чисельності людей у селищі (табл. 2.4), тобто

$$\text{втрати дорівнюють } \frac{50 \cdot 300}{100} = 150 \text{ ос.}$$

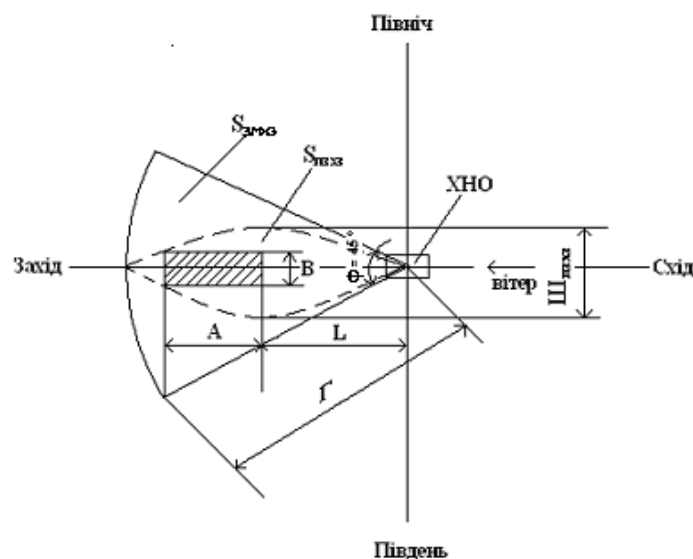


Рисунок 2.1 – Результати аварійного прогнозування викиду сірчаного ангідриду

Структура втрат у цьому разі становить:

- легкі втрати $\frac{25 \cdot 150}{100} \approx 37$ ос.;
- втрати середньої тяжкості $\frac{40 \cdot 150}{100} = 60$ ос.;
- втрати з летальними наслідками $\frac{35 \cdot 150}{100} \approx 53$ ос.

У «Методиці...» [5] можуть бути не представлені деякі ХНР і не врахований їхній агрегатний стан, то за рекомендаціями [8] розрахунки масштабів зараження здійснюються за первинною хмарою – для стиснених газів, за первинною та вторинною хмарою – для скраплених газів і для ХНР у рідинному стані, а тільки за вторинною хмарою – для ядучих рідин, які киплять вище температури навколишнього середовища.

Відповідно до цих рекомендацій визначається еквівалентна цьому ХНР кількість хлору в первинній хмарі за залежністю:

$$Q_{\text{екв}_1} = \eta_3 \cdot \eta_4 \cdot \eta_5 \cdot \eta_6 \cdot Q_0, \text{ т} \quad (2.13)$$

де Q_0 – кількість ХНР, яка була вилита (викинута) в навколишнє середовище у разі аварії, т;

η_4 – коефіцієнт, який залежить від умов зберігання ХНР і визначається згідно з додатком Ю в залежності від типу ХНР; варто зазначити, що для стиснених газів $\eta_4 = 1$;

η_5 – коефіцієнт, що є відношенням порога токсичної дози хлору до порогу токсичної дози викинутої ХНР і визначається за додатком Ю;

η_6 – коефіцієнт, який враховує СВСА під час визначення еквівалентної кількості ХНР; для інверсії – $\eta_6 = 1$; для конвекції – $\eta_6 = 0,08$; для ізотермії – $\eta_6 = 0,23$ [8, с. 92; 4, с. 180].

Еквівалентна хлору кількість викинутої ХНР у вторинній хмарі визначається за залежністю:

$$\theta_{\text{екв}_2} = (1 - \eta_4) \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot \eta_5 \cdot \eta_6 \cdot \eta_7 \cdot \frac{Q_0}{h \cdot d}, \text{ т} \quad (2.14)$$

де η_7 – коефіцієнт, який залежить від часу, який минув після аварії або руйнування ХНР і від тривалості випаровування (тривалості фактора зараження); визначається за однією із залежностей:

якщо $T < \tau_{\text{зараж.}}$, то $\eta_7 = T^{0,8}$,

якщо $T \geq \tau_{\text{зараж.}}$, то $\eta_7 = \tau_{\text{зараж.}}^{0,8}$.

За тривалістю випаровування ХНР $\tau_{\text{зараж.}} < 1$ год приймається для розрахунків η_7 з тривалістю випаровування $\tau_{\text{зараж.}} = 1$ год.

Далі за еквівалентною кількістю хлору з урахування швидкості вітру визначається за додатком 1 глибина зони зараження ХНР первинною та (або) вторинною хмарою.

У разі зараження первинною та вторинною хмарою визначається повна глибина зони зараження за залежністю [3, с. 64]:

$$G_{\text{повн.}} = G' + 0,5G'' \quad \text{км} \quad (2.15)$$

де G' – більше з значень глибини зони зараження первинною хмарою G_1 або вторинною хмарою G_2 , км (дод. 1);

G'' – менше з значень глибини зони зараження первинною хмарою G_1 і вторинною хмарою G_2 , км (дод. 1).

У подальшому визначається максимальна глибина зони зараження для 4^{ох} годинної тривалості даних метеоумов за залежністю (2.7) і, як і раніше, порівнюється з значенням повної глибини зараження $G_{\text{повн.}}''$; для подальших розрахунків, як і раніше, приймається менше із двох значень.

Далі у відповідності до [5] визначаються площа можливої зони хімічного зараження (2.8), прогнозованої – (2.9) і ширина (2.10) ПЗХЗ, час підходу хмари зараженого повітря до об'єкта (2.6), втрати населення і їх структуру (табл. 2.4).

У разі необхідності визначається час перебування людей у засобах індивідуального захисту шкіри (за табл. 2.9) [6].

Результати оперативного прогнозування, як і раніше, наносяться на карту або схему району зараження і вживаються заходи з організації рятувальних та інших невідкладних робіт формуваннями цивільного захисту в осередках зараження та ураження.

Таблиця 2.9 – Допустимий час перебування людей у засобах захисту шкіри (у разі ураження ОР)

Температура повітря, °С	+ 30 і вище	25 - 29	20 - 24	15 - 19	+ 15 і нижче
Час перебування, год	0,3	0,5	0,8	2	3

Приклад 2.4. Визначити розміри зон зараження у разі аварійного прогнозування внаслідок виліву (викиду) в піддон висотою $H = 2$ м $Q_0 = 100$ т скрапленого фтору, до того ж на час аварії дув вітер північно-західного напрямку зі швидкістю $V_v = 5$ м/с, температура повітря $t^\circ = 10^\circ\text{C}$, СВСА – ізотермія.

Прогнозування здійснити на $T = 2,5$ год після викиду фтору.

Розв'язання

Визначимо тривалість фактора зараження за залежністю (2.11):

$$\tau_{\text{зараж.}_F} = \frac{h_F \cdot d_F}{\eta_1^F \cdot \eta_2^F \cdot \eta_3^F}, \text{ год},$$

де h_F – товщина шару розливу фтору, м; за умовою певна ХНР виливається у піддон висотою $H = 2$ м; тоді згідно з (2.12);

$$h_F = H - 0,2 = 2 - 0,2 = 1,8, \text{ м};$$

d_F – щільність фтору, т/м³; згідно з додатком Ю щільність фтору в рідинному стані $d_F = 1,512$ т/м³;

η_1^F – коефіцієнт, який залежить від фізико-хімічних властивостей фтору; відповідно до додатка Ю $\eta_1^F = 0,038$;

η_2^F – коефіцієнт, що враховує швидкість вітру й у відповідності до таблиці 2.8 для швидкості вітру $V_b = 5$ м/с, $\eta_2^F = 2,34$;

η_3^F – коефіцієнт, що враховує вплив температури повітря на випаровування фтору із рідинного стану і визначається за додатком Ю; за температурою повітря $t^\circ = 10^\circ\text{C}$ $\eta_3^F \approx 1$.

η_3^F

$$\text{Тоді } \tau_{\text{зараж.}_F} = \frac{1,8 \cdot 1,512}{0,038 \cdot 2,34 \cdot 1} \approx 30,6, \text{ год},$$

Згідно з [8, с. 91] для скраплених газів масштаби зараження здійснюються за первинно. та вторинною вражаючою хмарою.

Визначимо еквівалентну кількість хлору викинутому фтору, який перейде в первинну хмару (газоподібний стан) в перші 1–2 хв за залежністю (2.13):

$$Q_{\text{екв.}_1}^F = \eta_3^F \cdot \eta_4^F \cdot \eta_5^F \cdot \eta_6^F \cdot Q_0^F, \text{ т},$$

де Q_0^F – кількість фтору, яка була викинута в навколишнє середовище під час аварії, т; за умовою $Q_0^F = 100$ т;

η_4^F – коефіцієнт, який залежить від умов зберігання фтору; відповідно до додатка Ю для фтору $\eta_4^F = 0,95$;

η_5^F – коефіцієнт, що показує відношення порога токсичної дози хлору до порогу токсичної дози фтору; згідно з додатком Ю $\eta_5^F = 3,0$;

η_6^F – коефіцієнт, що враховує СВСА під час визначення еквівалентної кількості фтору; для ізотермії – $\eta_6^F = 0,23$.

Тоді $Q_{\text{екв.}_1}^F = 0,95 \cdot 0,95 \cdot 3 \cdot 0,23 \cdot 100 = 62,27$ т.

Еквівалентна кількість хлору викинутому фтору у вторинній хмарі визначається за залежністю (2.14):

$$Q_{екв,2}^F = (1 - \eta_4^F) \cdot \eta_1^F \cdot \eta_2^F \cdot \eta_3^F \cdot \eta_5^F \cdot \eta_6^F \cdot \eta_7^F \cdot \frac{Q_0^F}{h_F \cdot d_F}, \text{ т},$$

де η_7^F – коефіцієнт, що залежить від часу, який минув після аварії з викиду фтору й від тривалості фактора зараження; знайдене значення тривалості фактора зараження $\tau_{зараж.} = 30,6$ год значно більше, ніж максимальний час, на який здійснюється оперативне прогнозування $T = 4$ год [5, с. 8], тобто $T < \tau_{зараж.}$, то $\eta_7^F = T^{0,8} = 4^{0,8} = 3,03$

$$\text{Тоді } Q_{екв,2}^F = (1 - 0,95) \cdot 0,038 \cdot 3 \cdot 2,34 \cdot 0,23 \cdot 3,03 \cdot 1 \cdot \frac{100}{1,8 \cdot 1,512} = 0,34 \text{ т}.$$

За еквівалентною кількістю хлору в первинній і вторинній хмарі з урахуванням швидкості вітру $V_v = 5$ м/с за додатком 1 визначається інтерполяцією глибина зони зараження фтором:

– для первинної хмари $Q_{екв,1}^F = 62,27$ т $\Gamma_1^F \approx 15,5$ км;

– для вторинної хмари $Q_{екв,2}^F = 0,34$ т $\Gamma_2^F \approx 1$ км.

Визначаємо повну глибину зони зараження фтором за залежністю (2.15):

$$\Gamma_{повн.}^F = \Gamma_F' + 0,5\Gamma_F'' \text{ км}$$

де Γ_F' – більше з значень глибини зони зараження первинною хмарою $\Gamma_1^F = 15,5$ км або вторинною хмарою $\Gamma_2^F \approx 1$ км; $\Gamma_1^F > \Gamma_2^F$; тоді $\Gamma_F' = \Gamma_1^F = 15,5$ км;

Γ_F'' – менше з значень глибини зони зараження первинною хмарою $\Gamma_1^F \approx 15,5$ км або вторинною $\Gamma_2^F \approx 1$ км; $\Gamma_F'' = \Gamma_2^F \approx 1$ км; тоді $\Gamma_{повн.}^F = 15,5 + 0,5 \cdot 1 \approx 16$ км

Далі визначається максимальна глибина зони зараження для 4-годинної тривалості зараження фтором для заданих метеоумов за залежністю (2.7);

$$\Gamma_{max}^F = T_{max} \cdot V_{пер.}^F = 4 \cdot 29 = 116 \text{ км}$$

де T_{max} – максимальний час, на який розраховується прогноз за даних метеоумов, год; $T_{max} = 4$ год [5, с. 8];

$V_{пер.}^F$ – швидкість переносу хмари повітря забрудненої фтором, км/год; визначається за таблицею 2.5 залежно від швидкості вітру $V_v = 5$ м/с і СВСА – ізотермії $V_{пер.}^F = 29$ км/год.

Для подальших розрахунків приймається менше зі значень повної глибини зони зараження $\Gamma_{повн.}^F \approx 16$ км і максимальної $\Gamma_{max}^F = 116$ км, тобто остаточно $\Gamma_{дійсн.}^F \approx 16$ км.

Визначимо площу можливої зони хімічного забруднення за залежністю (2.8):

$$S_{МЗХЗ}^F = \frac{\pi(\Gamma_{дйсн.}^F)^2}{360} \cdot \Phi = \frac{3,14 \cdot 16^2}{360} \cdot 45 \approx 100,5 \text{ км}^2$$

де Φ – коефіцієнт, який умовно дорівнює кутовому розміру ЗМХЗ, град; відповідно до таблиці 2.6 за $V_v = 5 \text{ м/с}$ $\Phi = 45^0$.

Визначимо ПЗХЗ фтором за залежністю (2.9):

$$S_{ПЗХЗ}^F = c \cdot (\Gamma_{дйсн.}^F)^2 \cdot T^{0,2} \text{ км}^2$$

де c – коефіцієнт, який враховує СВСА під час визначення ПЗХЗ; відповідно до таблиці 2.7 для ізотермії $c = 0,133$;

T – час, на який розраховується площа зони хімічного забруднення, год; за умовою $T = 2,5 \text{ год}$; тоді $S_{пзхз}^F = 0,133 \cdot 16^2 \cdot 2,5^{0,2} \approx 40,2 \text{ км}^2$.

Ширина ПЗХЗ фтором визначається для ізотермії за залежністю (2.10):

$$Ш_{пзхз}^F = 0,3(\Gamma_{дйсн.}^F)^{0,75} = 0,3 \cdot 16^{0,75} \approx 2,4 \text{ км}.$$

Результати оперативного прогнозування у разі викиду 100 т скрапленого фтору наносяться на карту або схему з урахуванням напрямку вітру (рис. 2.2)

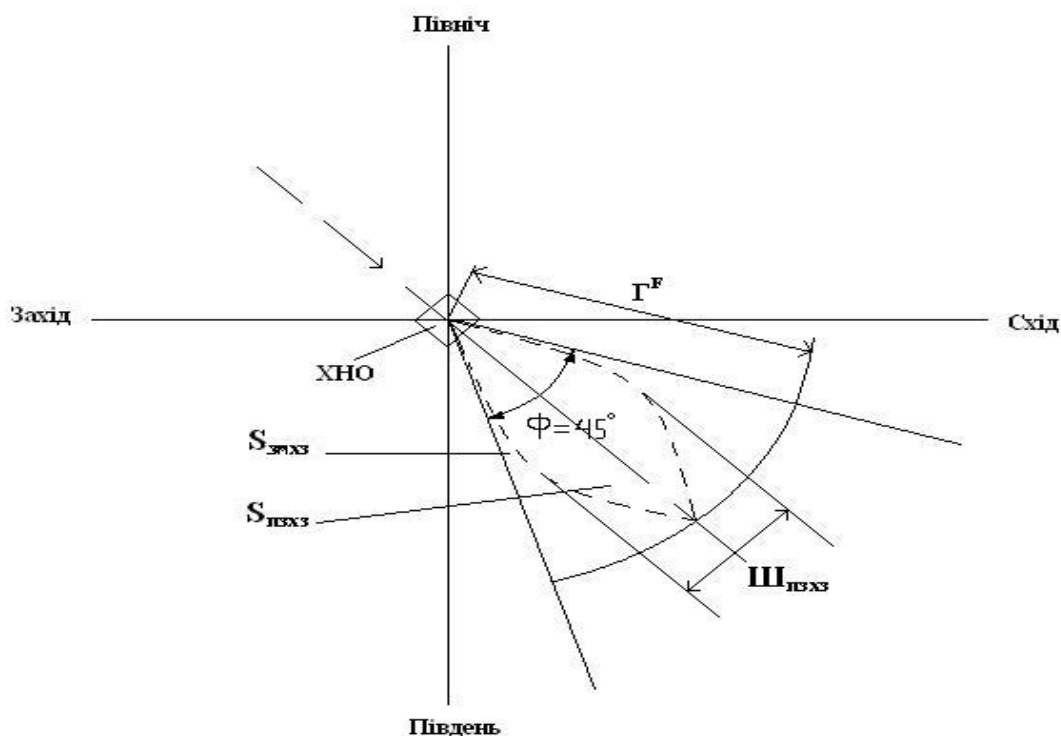


Рисунок 2.2 – Результати аварійного прогнозування викиду фтору

Питання для самоконтролю

1. Що таке хімічне забруднення та які його наслідки?
2. Що передбачає оцінка хімічної обстановки?
3. Що таке токсична доза та гранично допустима токсидоза?
4. Агрегатний стан хімічно небезпечних речовин і їхня дія на навколишнє середовище.
5. Що таке зона розповсюдження, зона можливого зараження та прогнозована зона хімічного забруднення.
6. Що приймається за тривалість хімічного зараження?
7. Яким комплексним показником враховується вплив метеоумов на хімічне забруднення?
8. Що таке еквівалентна кількість хімічно небезпечної речовини?
9. Що таке первинна і вторинна хмара хімічно небезпечної речовини?
10. Що таке довгострокове і аварійне прогнозування хімічної обстановки?
11. На яку тривалість дії хімічно небезпечної речовини здійснюється прогнозування?
12. Вплив на масштаби хімічного забруднення обвалування ємностей, метеоумов та кількості хімічно небезпечної речовини.
13. Визначення часу підходу забрудненої хмари до потрібного об'єкта.
14. Що таке ступінь хімічної небезпеки об'єкта та як він визначається?
15. Що таке ступінь хімічної небезпеки адміністративно-територіальної одиниці та як він визначається?
16. Визначення глибини зони зараження хімічно небезпечною речовиною.
17. Визначення площі можливої зони хімічного зараження за довгостроковим та аварійним прогнозуванням.
18. Визначення площі прогнозованої зони хімічного зараження.
19. Особливості визначення параметрів хімічного забруднення, які не представлені в «Методиці...».

3 ОЦІНКА ІНЖЕНЕРНОЇ ОБСТАНОВКИ

План проведення занять

1. Оцінка інженерної обстановки міст (населених пунктів) від надлишкового тиску.
2. Оцінка інженерної обстановки ОГД.
3. Оцінка інженерного захисту працівників на ОГД :
 - 3.1 Визначення інженерного захисту захисної споруди за місткістю.
 - 3.2 Визначення інженерного захисту захисної споруди за захисними властивостями від радіоактивного ураження.
 - 3.3 Визначення інженерного захисту захисної споруди за життєзабезпеченням по повітропостачанню.
 - 3.4 Особливості оцінки інженерного захисту захисної споруди за життєзабезпеченням по водопостачанню та за каналізацією, по опаленню та електрозабезпеченню.

Оцінка інженерної обстановки

Загальні положення

Під інженерною обстановкою розуміється сукупність наслідків дії стихійних лих (пожежі, землетрусу, повені тощо), аварій (катастроф), а також сучасних різновидів військової зброї, унаслідок яких відбувається руйнування будинків, споруд, обладнання, комунально-енергетичних систем, засобів зв'язку, транспорту тощо, які впливають на життєдіяльність людей і стійкість роботи підприємств.

Метою оцінки інженерної обстановки є визначення масштабів і ступеня руйнування елементів, об'єкта загалом або населеного пункту, об'єму трудомісткості інженерних робіт, можливості проведення рятувальних та інших невідкладних робіт і аналіз впливу цієї НС на життєдіяльність населення та стійкість роботи ОГД, висновки щодо стійкості останнього.

Оцінка інженерної обстановки у разі виникнення НС може здійснюватися методом довгострокового (завчасного) прогнозування та оперативного за даними інженерної розвідки.

Методика оцінки інженерної обстановки в першому і другому випадках однакова, але відрізняється масштабами НС та їхніми наслідками. Для оперативної оцінки використовуються більш точніші вихідні дані за результатами паспортизації, огляду та експертних оцінок.

Оскільки під час оцінки інженерної обстановки головним показником є масштаби руйнування, що виникають в переважній більшості під час утворення повітряної хвилі надлишкового тиску та, які визначають обсяги й терміни

рятувальних та інших невідкладних робіт, то узагальненим критерієм є ступінь ураження (руйнування).

Залежно від ступеня руйнування розрізняють: повні, сильні, середні та слабкі руйнування.

Повні руйнування – надлишковий тиск $\Delta P_{\text{хв.}} \geq 50$ кПа (0,5 кг/см²) – це руйнування всіх елементів будівель, зокрема підвальних приміщень, ураження людей, що знаходяться в них, збитки становлять більше 70 % вартості основних виробничих фондів (балансової вартості). Подальше їхнє використання неможливе.

Сильні руйнування – надлишковий тиск $\Delta P_{\text{хв.}} = 30\text{--}50$ кПа (0,3–0,5 кг/см²) – це руйнування частини стін і перекриття поверхів, деформація їх, виникнення тріщин у стінах, ураження значної частини людей, що знаходяться в них. Збитки становлять від 30 до 70 % вартості основних фондів (балансової вартості). Можливе обмежене використання будівель, що збереглися. Відновлення можливе в об'ємі капітального ремонту.

Середні руйнування – надлишковий тиск $\Delta P_{\text{хв.}} = 20\text{--}30$ кПа (0,2–0,3 кг/см²) – це руйнування переважно другорядних елементів будівель і споруд (покрівлі, вікон, дверей і перегородок), виникнення тріщин у стінах. Підвальні приміщення зберігаються, перекриття залишаються. Люди уражаються частіше уламками конструкцій. Збитки становлять 10–30 % вартості основних виробничих фондів (балансової вартості будівель). У разі середніх руйнувань техніка, транспорт та промислове обладнання відновлюються в об'ємі середнього ремонту. Будівлям необхідний капітальний ремонт.

Слабкі руйнування – надлишковий тиск $\Delta P_{\text{хв.}} = 10\text{--}20$ кПа (0,1–0,2 кг/см²) – це руйнування вікон, дверей і їхніх заповнювачів, а також перегородок. Ураження людей можливе уламками конструкцій. Підвали й нижні поверхи не пошкоджуються. Вони придатні для використання після поточного ремонту будівель. Збитки становлять до 10 % вартості основних виробничих фондів (будівель). Відновлення можливе в об'ємі середнього або поточного ремонту.

Як відомо, інженерна обстановка оцінюється у разі руйнування під час виникнення НС як природного (повені, землетруси, пожежі в екосистемах тощо), так і техногенного (аварії, катастрофи) походження. Здебільшого руйнування виникають під дією надлишкового тиску внаслідок вибуху. Оцінка інженерної обстановки зазвичай передбачає:

- оцінку стану ураження міст (населених пунктів) від надлишкового тиску;
- оцінку стану ураження ОГД від надлишкового тиску;
- оцінку стану захисту працівників ОГД (місткість захисних споруд, захищеність від радіації, повітропостачання тощо).

3.1 Оцінка інженерної обстановки міст (населених пунктів) від надлишкового тиску

Ураження міст (населених пунктів) від надлишкового тиску може виникнути у разі застосування зброї масового знищення і (або) вибуху на пожежо- та пожежовибухонебезпечних об'єктах, здебільшого у разі витікання газоподібних, рідинних або скраплених вуглецево-водневих речовин під час змішування їх із повітрям. Під час вибуху газоповітряної суміші утворюється ударна хвиля, яка подібна ударній хвилі ядерного вибуху.

Ударна хвиля спричиняє руйнування різного характеру (повні, сильні, середні і легкі) з надлишковим тиском у фронті цієї хвилі $\Delta P_{\text{хв.}} \geq 10$ кПа ($0,1 \text{ кг/см}^2$) і для рівнинної місцевості зони руйнування зображуються у вигляді кола.

Зони відповідних руйнувань (тобто радіуси зон) можуть бути визначеними залежно від потужності вибуху (ядерного) за формулами:

$$\begin{aligned} R_{\text{з повн.}} &= (0,35 - 0,4) \cdot \sqrt[3]{q_{\text{еф.прип.}}} , \text{ км} - \text{зона повних руйнувань}; \\ R_{\text{з сильн.}} &= (0,5 - 0,55) \cdot \sqrt[3]{q_{\text{еф.прип.}}} , \text{ км} - \text{зона сильних руйнувань}; \\ R_{\text{з сер.}} &= (0,75 - 0,7) \cdot \sqrt[3]{q_{\text{еф.прип.}}} , \text{ км} - \text{зона середніх руйнувань}; \\ R_{\text{з слаб.}} &= (1,4 - 1,1) \cdot \sqrt[3]{q_{\text{еф.прип.}}} , \text{ км} - \text{зона слабких руйнувань} \end{aligned} \quad (3.1)$$

де $R_{\text{з}}$ – радіус відповідної зони руйнувань, км;

$q_{\text{еф.прип.}}$ – ефективна маса заряду вибухової речовини, яка приведена до тротилового еквіваленту, кг.

Коефіцієнти в формулах (3.1) представлені першими – для повітряного вибуху, а другі – для наземного.

Ефективну масу вибухової речовини можна визначити з урахуванням її якості за залежністю:

$$q_{\text{еф.прип.}} = m'_{\text{прип.}} \cdot Z , \quad \text{кг} \quad (3.2)$$

де $m'_{\text{прип.}}$ – маса вибухової речовини (припасу), кг;

Z – коефіцієнт якості вибухівки.

У роботі [8] приводяться значення коефіцієнта якості вибухівки для різних речовин.

Величину надлишкового тиску у фронті ударної хвилі у разі вибуху можна визначити за залежністю:

$$\Delta P_{\text{хв.}} = 1,06 \cdot \frac{\sqrt[3]{q_{\text{еф.прип.}}}}{R} + 4,3 \cdot \left(\frac{\sqrt[3]{q_{\text{еф.прип.}}}}{R} \right)^2 + 14,0 \cdot \left(\frac{\sqrt[3]{q_{\text{еф.прип.}}}}{R} \right)^3 , \quad \text{кг/см}^2, \quad (3.3)$$

де R – відстань від центра вибуху до певної точки зони руйнувань, м.

У разі вибуху газоповітряної суміші визначаються три зони, які мають вигляд кола:

I-а зона – зона детонаційної хвилі, яка знаходиться в межах хмари вибуху; радіус зони визначається за залежністю:

$$R_{I\text{зони}} = 17,5 \cdot \sqrt[3]{m^I}, \text{ м} \quad (3.4)$$

де $R_{I\text{зони}}$ – радіус I-ої зони, м;
 m^I – кількість вибухонебезпечної речовини (газу), т.

Надлишковий тиск у межах I-ої зони вважається незмінним і дорівнює 1700 кПа ($\approx 17 \text{ кг/см}^2$) [8, с. 41].

2-а зона – зона дії продуктів вибуху, м; її радіус визначається за залежністю:

$$R_{II\text{зони}} = 1,7 \cdot R_{I\text{зони}}, \text{ м} \quad (3.5)$$

Надлишковий тиск у цій зоні становить $\Delta P_{II\text{зони}} = 30\text{--}135 \text{ кПа}$ ($0,3\text{--}1,35 \text{ кг/см}^2$) і може бути визначений за залежністю:

$$\Delta P_{II\text{зони}} = 1300 \cdot \frac{R_{I\text{зони}}}{R} + 50, \text{ кПа} \quad (3.6)$$

3-а зона – зона дії повітряної ударної хвилі, надлишковий тиск можливо визначити в залежності від коефіцієнта χ , який враховує відстань від місця вибуху до певної точки (R), а також радіус дії продуктів вибуху для I-ої зони ($R_{I\text{зони}}$) за формулою:

$$\chi = 0,24 \cdot \frac{R}{R_{I\text{зони}}} \quad (3.7)$$

$$\text{За } \chi \leq 2 \quad \Delta P_{III\text{зони}} = \frac{700}{3 \cdot (\sqrt{1 + 29,8 \cdot \chi^3} - 1)}, \text{ кПа.} \quad (3.8)$$

$$\text{За } \chi > 2 \quad \Delta P_{III\text{зони}} = \frac{22}{\chi \cdot \sqrt{\lg \chi + 0,158}} \text{ кПа} \quad (3.9)$$

У разі дії надлишкового тиску ударної хвилі виникають суцільні й місцеві завали.

Приклад 3.1. Визначити розміри зон і надлишковий тиск у разі вибуху газоповітряної суміші в кількості $m^I = 60$ т, а також визначити характер руйнувань ОГД, якщо останній розташований на відстані $R = 1000$ м від центру вибуху.

Розв'язання

У разі вибуху газоповітряної суміші виникають зони детонаційної хвилі (I-а зона), зона дії продуктів вибуху (2-а зона) та зона дії повітряної ударної хвилі (3-а зона).

Розмір (радіус) I-ої зони визначається за залежністю (3.4):

$$R_{I\text{зони}} = 17,5 \cdot \sqrt[3]{60} \approx 68 \text{ м.}$$

Надлишковий тиск у цій зоні становить : $\Delta P_{I\text{зони}} = 1700 \text{ кПа } (\approx 17 \text{ кг/см}^2)$ [2]. Далі визначається розмір (радіус) 2-ої зони за залежністю (3.5):

$$R_{II\text{зони}} = 1,7 \cdot R_{I\text{зони}} = 1,7 \cdot 68 \approx 116 \text{ м}$$

Надлишковий тиск у 2-й зоні, як зазначалося раніше, дорівнює $\Delta P_{II\text{зони}} = 30\text{--}135 \text{ кПа}$ і його для заданої точки від місця вибуху можливо визначити за залежністю (3.6):

$$\Delta P_{II\text{зони}} = 1300 \cdot \frac{R_{I\text{зони}}}{R} + 50 = 1300 \cdot \frac{68}{1000} + 50 \approx 136 \text{ кПа} \approx 1,36 \text{ кг/см}^2.$$

Далі визначається надлишковий тиск у 3-й зоні ($\Delta P_{III\text{зони}}$), попередньо, визначивши коефіцієнт χ за залежністю (3.7):

$$\chi = 0,24 \cdot \frac{R}{R_{I\text{зони}}} = 0,24 \cdot \frac{1000}{68} = 3,5$$

і для заданих умов, $\chi > 2$ надлишковий тиск у 3-й зоні визначається за залежністю (3.9):

$$\Delta P_{III\text{зони}} = \frac{22}{\chi \cdot \sqrt{\lg \chi + 0,158}} = \frac{22}{3,5 \cdot \sqrt{\lg 3,5 + 0,158}} \approx 7,5 \text{ кПа} \approx 0,075 \text{ кг/см}^2$$

Згідно з додатком 2 на даному ОД, який має промислові споруди з легким металевим каркасом за надлишковим тиском $\Delta P_{III\text{зони}} \approx 7,5 \text{ кПа} \approx 0,075 \text{ кг/см}^2$ варто очікувати менше 21 % середніх руйнувань і менше 79 % слабких.

Характер завалів визначається зазвичай висотою будівель, щільністю забудови, шириною вулиць та величиною надлишкового тиску.

Попередня оцінка ступеня завалів вулиць може бути визначена за допомогою таблиці 3.1 [8], де наведено варіанти утворення суцільних завалів залежно від висоти будівлі, ширини вулиць та величини надлишкового тиску.

Якщо величина надлишкового тиску й висота будівель буде меншою, а ширина вулиць – більшою, ніж наведені в таблиці 3.1, то варто очікувати місцеві завали.

Оцінка інженерної обстановки міста (населеного пункту) визначається ступенем ураження (руйнування) їх і далі уточнюються структура, характер руйнувань за таблицею 3.2:

$$\varepsilon_{\text{руйн.}} = \frac{S_{\text{руйн.}}}{S_{\text{заг}}} ; \quad (3.10)$$

де $S_{\text{руйн.}}$ – площа руйнувань;

$S_{\text{заг.}}$ – загальна площа міста (населеного пункту).

Таблиця 3.1 – Варіанти утворення суцільних завалів

Кількість поверхів	Значення тиску ударної хвилі, за якою на вулицях утворюються суцільні завали, $\Delta P_{\text{хв.}}$, (кПа)		
	Внутрішньо кварталні вулиці та проїзди завширшки 10–20 м	Магістральні вулиці завширшки 20–35 м	Магістральні вулиці завширшки 40–60 м
2–3	50	90	120
4–5	40	70	110
6–7	30	50	110
8–10	25	40	100

Таблиця 3.2 – Ступені руйнування населених пунктів

Ступінь руйнування населеного пункту, об'єкта, $\varepsilon_{\text{руйн.}}$	Характер руйнувань будівель і споруд об'єктів господарювання		
	слабкі	середні	сильні й повні
Слабкий < 0,2	до 75	до 5	до 20
Середній від 0,21	до 48	6–12	21–50
Сильний від 0,59	–	13–20	51–80
Повний > 0,8	–	–	Більше 80

Ступінь руйнування ОГД визначається залежно від ступеня руйнування міста (населеного пункту) за таблицею 3.3. Можливі втрати незахищеного населення і структура їх визначаються залежно від ступеня руйнування міста (населеного пункту) за таблицею 3.4.

Таблиця 3.3 – Вплив масштабів руйнування населеного пункту на ступінь руйнування ОГД

Ступені руйнування об'єктів	Ступінь руйнування населеного пункту, $\varepsilon_{\text{руйн.}}$									
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
Середні	2	3	5	8	10	12	15	18	15	10
Повні й сильні	8	16	20	30	40	50	60	70	85	90

Кількість людей, яка потребує медичної допомоги, визначається залежно від ступеня руйнування (ураження) міста (населеного пункту) за таблицею 3.5.

Таблиця 3.4 – Втрати незахищеного населення, % залежно від ступеня руйнування населеного пункту*

Різновиди втрат населення, %	Ступінь руйнування населеного пункту, $\varepsilon_{руйн.}$									
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
Загальні	4	8	10	12	16	28	40	80	90	100
Безповоротні	1	2	1,5	3	4	7	10	20	25	30
Санітарні, зокрема	3	6	7,5	9	12	21	30	60	65	70
легкі	1,5	2,6	3	4	5	9	13,5	27	28	30
середні	1	2,5	3	3,5	5	8	12	24	27	30
важкі	0,5	1	1,5	1,5	2	4	4,5	9	10	10

* Примітки:

1. Буде необхідність в евакуації транспортом потерпілих: сидячих – 30 %, лежачих – 70 %.
2. Структура санітарних втрат: травми – 50–60 %, опіки – 25–30 %, отруєння – 5–10 %.

Таблиця 3.5 – Кількість населення, яке потребує медичної допомоги, % залежно від ступеня ураження міста (населеного пункту)

№	Різновиди втрат населення, %	Ступінь ураження міста (населеного пункту), $\varepsilon_{руйн.}$									
		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
1	Потреба в першій медичній допомозі, зокрема	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	Само і взаємодопомога	15	15	15	10	10	10	10	5	5	5
	За допомогою сандружин	85	85	85	90	90	90	90	95	95	95
2	Потреба в першій лікарській допомозі	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80

Сили й засоби медичних формувань цивільного захисту для надання медичної допомоги населенню визначаються з огляду на ступінь ураження міста (населеного пункту) за таблицею 3.6.

Таблиця 3.6 – Кількість особового складу медичних формувань цивільного захисту, які мають залучатися для надання медичної допомоги потерпілому населенню (на 100 тис. осіб)

Необхідно особового складу	Ступінь ураження міста (населеного пункту), $\varepsilon_{руйн.}$									
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
Особовий склад формувань, тис. осіб	0,5	1,0	1,2	1,5	2,0	2,0	2,3	2,4	2,4	2,5

У разі необхідності визначається потреба в транспорті:

$$j_{тр} = \frac{N_{ураж.}}{\ell \cdot n_{рейс.}}, \quad (3.11)$$

де $j_{тр.}$ – потреба в транспорті (кількість одиниць);

$N_{ураж.}$ – кількість уражених, ос.;

ℓ – місткість одиниці транспорту, ос.;

$n_{рейс.}$ – кількість рейсів.

Кількість особового складу рятувальних загонів і техніки для проведення рятувальних і інших невідкладних робіт визначається залежно від ступеня ураження міста (населеного пункту) за таблицею 3.7.

Таблиця 3.7 – Кількість особового складу сил цивільного захисту та техніки, яка необхідна для проведення аварійно-рятувальних робіт (на 100 тис. осіб)

Необхідність в особовому складі, техніці	Ступінь ураження міста (населеного пункту), $\varepsilon_{руйн.}$									
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
Особовий склад формувань, тис. ос.	0,6	1,3	1,9	2,3	2,4	2,6	2,8	2,9	3,3	3,6
Інженерна техніка, од.	8	16	28	33	38	46	63	66	68	75

Рятувальні підрозділи кількісно розподіляються на 30–35 % спеціальні й 65–70 % загального призначення. До підрозділів спеціального призначення належать підрозділи медичного захисту ≈ 50 %, пожежно-аварійно-рятувальні ≈ 25 %, підрозділи протихімічного захисту ≈ 10 %, охорони громадського порядку ≈ 10 % та аварійно-відновлювальні формування ≈ 5 % [2, с. 219].

Далі визначається стан мереж і комунікацій міста (населеного пункту) залежно від ступеня руйнування міста (населеного пункту) з урахуванням площі забудов та довжини комунікацій, які припадають на 1 км^2 площі міста відповідно до таблиці 3.8.

Таблиця 3.8 – Кількість аварій на інженерних мережах та комунікаціях залежно від ступеня ураження міста (населеного пункту)*

Ступінь ураження міста (нас. пункту), $\varepsilon_{\text{руйн.}}$	Протяжність комунікацій, $\frac{\text{м}}{\text{км}^2}$	Площа міста (населеного пункту), км^2			
		до 25	50	100	300
0,1	5000/10000	3/5	5/10	15/20	35/55
0,2		5/10	10/20	25/40	68/120
0,3		8/15	15/30	35/60	100/180
0,4		10/20	20/40	45/80	135/240
0,5		13/25	25/50	55/100	180/300
0,6		15/30	30/60	65/120	210/360
0,7		18/35	37/70	75/140	240/420
0,8		20/40	40/80	90/160	270/480
0,9		23/45	45/90	100/180	300/540
1,0		25/50	50/100	120/200	375/600

*Примітки:

1. У чисельнику – за протяжністю комунікацій 5000 м/км^2 , а в знаменнику – 10000 м/км^2 .

2. Структура аварій: водозабезпечення – 16 %; каналізація – 23 %; газозабезпечення – 27 %; теплозабезпечення – 13 %; електрозабезпечення – 21 %.

Приклад 3.2. Здійснити оцінку інженерної обстановки міста загальною площею $S_{\text{заг.}} = 200 \text{ км}^2$, а руйнування очікуються на площі $S_{\text{руйн.}} = 50 \text{ км}^2$ за питомою протяжністю комунікацій 700 м/км^2

Розв'язання

Визначимо ступінь руйнування міста за залежністю (3.10):

$$\varepsilon_{\text{руйн.}} = \frac{S_{\text{руйн.}}}{S_{\text{заг.}}} = \frac{50}{200} = 0,25.$$

Зважаючи на те, що $\varepsilon_{\text{руйн.}} = 0,25$, відповідно до таблиці 3.2 визначається ступінь руйнувань – сильні й повні руйнування становитимуть $\approx 21\text{--}50 \%$, середні – $\approx 6\text{--}12 \%$ і слабкі – $\approx 48 \%$.

Залежно від ступеня руйнування міста $\varepsilon_{\text{руйн.}} = 0,25$ визначається методом інтерполяції за таблицею 3.3 ступінь руйнування ОГД – середні руйнування $\approx 4 \%$, повні й сильні – $\approx 18 \%$.

Можливі втрати незахищеного населення і, структура яких визначається згідно з таблицею 3.4 залежно від ступеня руйнування міста; за $\varepsilon_{руйн.} = 0,25$ методом інтерполяції знаходяться: загальні втрати – $\approx 9 \%$, безповоротні – $\approx 1,75 \%$, санітарні – $\approx 6,7 \%$ (легкі травми – $\approx 2,8 \%$, середні – $\approx 2,7 \%$, важкі – $\approx 1,2 \%$). Варто зазначити, походження санітарних втрат розподіляється у такий спосіб: травми – $\approx 50\text{--}60 \%$, отруєння – $\approx 5\text{--}10 \%$, опіки – $\approx 25\text{--}30 \%$.

Кількість населення, що потребує медичної допомоги визначається за таблицею 3.5 залежно від ступеня руйнування міста; за $\varepsilon_{руйн.} = 0,25 - 100 \%$ населення потребує медичної допомоги, зокрема 15 % потребує само або взаємодопомоги, а 85 % допомоги санітарних дружин; першої медичної допомоги потребують 80 % населення.

Кількість медичних формувань для надання допомоги визначається за таблицею 3.6 залежно від ступеня ураження міста; при $\varepsilon_{руйн.} = 0,25$ методом інтерполяції визначається потреба в медичних працівниках – 1100 осіб на 100 000 населення.

Далі визначається кількість особового складу сил цивільного захисту (особового складу формувань і техніки) залежно від ступеня ураження міста за таблицею 3.7; за $\varepsilon_{руйн.} = 0,25$ кількість особового складу формувань цивільного захисту становить ≈ 1600 осіб на 100000 населення і кількість інженерної техніки ≈ 22 одиниці на 100000 осіб населення. Особовий склад формувань цивільної оборони кількісно становлять:

- спеціальні – 30–35 % загальної кількості, тобто $1600 (0,3\text{--}0,35) = 480\text{--}560$ ос;

- загального призначення – 65–70 % загальної кількості, тобто $1600 (0,65\text{--}0,7) = 1040\text{--}1120$ ос.

До формувань спеціального призначення належать:

- медичні формування – $\approx 50 \%$ кількості спеціальних формувань, тобто $(480\text{--}560) \cdot 0,5 = 240\text{--}280$ ос;

- пожежно-аварійно-рятувальні – $\approx 25 \%$ кількості спеціальних формувань, тобто $(480\text{--}560) \cdot 0,25 = 120\text{--}140$ ос.;

- формування протихімічного захисту – $\approx 10 \%$ кількості спеціальних формувань, тобто $(480\text{--}560) \cdot 0,1 = 48\text{--}56$ ос.;

- формування охорони громадського порядку – $\approx 10 \%$ кількості спеціальних формувань, тобто $(480\text{--}560) \cdot 0,1 = 48\text{--}56$ ос.;

- аварійно-відновлювальні формування – $\approx 5 \%$ кількості спеціальних формувань, тобто $(480\text{--}560) \cdot 0,05 = 24\text{--}28$ ос.

Наприкінці визначається кількість аварій на інженерних мережах та комунікаціях залежно від ступеня ураження, площі міста та протяжності комунікацій, яка припадає на одиницю площі міста за таблицею 3.8; за $\varepsilon_{руйн.} = 0,25$, $S_{заг.} = 200 \text{ км}^2$ і протяжності комунікацій 700 м/км^2 методом інтерполяції визначається кількість аварій на інженерних мережах – ≈ 8 аварій.

Оцінка інженерної обстановки в містах (населених пунктах) методом оперативного прогнозування відрізняється від довгострокового тим, що перше здійснюється у разі виникнення НС за даними інженерної розвідки

(паспортизації, огляду, експертних оцінок) за дійсним ступенем руйнування міст (населених пунктів), визначеному за залежністю (3.10). І далі, користуючись таблицями 3.2; 3.3; 3.4; 3.5; 3.6; 3.7 та 3.8, а також залежністю (3.11) визначаються необхідні параметри й показники оперативної оцінки інженерної обстановки.

3.2 Оцінка інженерної обстановки ОГД

Раніше в п. 3.1 (табл. 3.3) було показано як визначається ступінь руйнування ОГД залежно від ступеня руйнування міста (населеного пункту), а якщо вибух трапився безпосередньо на ОГД, то ступінь руйнування останнього визначається за додатком 2 у разі вибуху газоповітряної суміші з урахуванням надлишкового тиску, визначеному за залежностями (3.6) або (3.8) або (3.9) та типу будівлі або споруди.

Далі визначається кількість аварій на інженерних мережах і комунікаціях залежно від ступеню руйнування ОГД і площі останнього, а також від питомої довжини комунікацій за таблицею 3.9.

Таблиця 3.9 – Кількість аварій на інженерних мережах і комунікаціях залежно від ступеня ураження ОГД*

Площа об'єкта, км ²	Протяжність комунікацій, м/км ²	Ступінь руйнування ОГД		
		середній	сильний	повний
1	5000/10000	2/3	3/5	5/9
2		3/4	4/6	6/12
3		3/5	5/7	7/14
4		4/6	7/13	10/20
5		5/8	10/19	13/27
10		8/16	19/37	27/55

*Примітка. Структура аварій: водозабезпечення – 20 %; каналізація – 20 %; газозабезпечення – 25 %; теплозабезпечення – 15 %; електрозабезпечення – 20 %.

Тривалість проведення невідкладних робіт одного певного різновиду визначається за залежністю:

$$t_{\text{роб.}} = \frac{\sigma_1 \cdot \sigma_2 \cdot W}{Y}, \text{ год} \quad (3.12)$$

де $t_{\text{роб.}}$ – тривалість проведення певного об'єму робіт, год;

σ_1 – коефіцієнт, який враховує ускладненні умови роботи (загазованість тощо.); $\sigma_1 = 1,4\text{--}2,0$ [1, с. 319];

σ_2 – коефіцієнт, який враховує роботу в нічний час;

$\sigma_2 = 1,3\text{--}1,4$ [1, с. 319];

W – ймовірний обсяг виконуваних робіт у натуральних одиницях;

Y – продуктивність роботи формування цивільного захисту; визначається розрахунком або за таблицями.

Кількість змін для виконання ймовірного об'єму робіт може бути визначена за залежністю:

$$f_{зм.} = \frac{t_{роб.}}{t_{одн.зм.}} \quad (3.13)$$

де $t_{одн.зм.}$ – тривалість роботи однієї зміни, год; тривалість роботи не повинна перевищувати 12 год [3].

Приклад 3.3. Оцінити обстановку на ОГД площею $S_{огд} = 5 \text{ км}^2$ у разі вибуху на його території і в цьому разі надлишковий тиск становить $\Delta P = 0,35 \text{ кг/см}^2$ (35 кПа), коефіцієнт загазованості дорівнює $\sigma_1 = 1,6$. На ОГД переважають промислові будинки з важким металевим каркасом, а протяжність комунікацій становить $L_{ком} = 6000 \text{ м}$. Аварійно-відновлювальні роботи виконуються трьома бульдозерами ДЗ-42 цілодобово, продуктивність одного дорівнює $Y_1 = 60 \text{ м}^3/\text{год}$, а ймовірний об'єм робіт за переміщенням уламків і руйнувань $W = 2000 \text{ м}^3$. Тривалість роботи однієї зміни $t_{одн.зм.} = 10 \text{ год}$.

Розв'язання

Відповідно до додатка 2 для промислових об'єктів із важким металевим каркасом за надлишковим тиском $\Delta P = 0,35 \text{ кг/см}^2$ варто очікувати повних руйнувань $\varepsilon_{руйн.} = 23 \%$, сильних – $\varepsilon_{руйн.} = 33 \%$, середніх – $\varepsilon_{руйн.} = 44 \%$.

Далі визначається кількість аварій на інженерних мережах і комунікаціях залежно від площі ОГД, протяжності комунікацій та ступеня руйнування ОГД за таблицею 3.9; за заданою площею ОГД – $S_{огд} = 5 \text{ км}^2$ і питомій протяжності комунікацій $L_{ком} = 6000/5 = 1200 \text{ м/км}^2$ для повних руйнувань $i_{авар.}^{повн.} \approx 3\text{--}4$ аварії, для сильних – $i_{авар.}^{сильн.} \approx 2\text{--}3$ аварії, для середніх – $i_{авар.}^{сер.} \approx 1$ аварія.

Загальна кількість аварій становить:

$$i_{авар.} = i_{авар.}^{повн.} + i_{авар.}^{сильн.} + i_{авар.}^{сер.} = (3\text{--}4) + (2\text{--}3) + 1 = 6\text{--}8 \text{ аварій.}$$

Потрібно зазначити, структура аварій розподіляється наступним чином:

- об'єкти водозабезпечення (20 %) – $(6\text{--}8) \cdot 0,2 \approx 1\text{--}2$ аварії;
- об'єкти каналізації (20 %) – $(6\text{--}8) \cdot 0,2 \approx 1\text{--}2$ аварії;
- об'єкти газо забезпечення (25 %) – $(6\text{--}8) \cdot 0,25 \approx 1\text{--}2$ аварії;
- об'єкти теплозабезпечення (15 %) – $(6\text{--}8) \cdot 0,15 \approx 1\text{--}2$ аварії;
- об'єкт електрозабезпечення (20 %) – $(6\text{--}8) \cdot 0,2 \approx 1\text{--}2$ аварії.

Тривалість проведення аварійно-відновлювальних робіт (розбирання руйнувань, завалів) визначається за залежністю (3.12):

$$t_{роб.} = \frac{\sigma_1 \cdot \sigma_2 \cdot W}{Y} = \frac{1,6 \cdot 1,3 \cdot 2000}{60 \cdot 3} = 23,1 \text{ год,}$$

де σ_2 – коефіцієнт, який враховує роботу в нічний час; за умовою аварійно-відновлювальні роботи виконуються цілодобово й $\sigma_2 = 1,3\text{--}1,4$; приймемо $\sigma_2 = 1,3$;

Y – продуктивність роботи формування механізації, м³/год; за умовою роботи виконуються 3-ома бульдозерами, продуктивність одного бульдозера ДЗ-42 становить $Y_1 = 60$ м³/год.

Кількість змін на виконання аварійно-відновлювальних робіт визначається за залежністю (3.13)

$$f_{зм.} = \frac{t_{роб.}}{t_{одн.зм.}} = \frac{23,1}{10} = 2,31 \text{ зм.} = 3 \text{ зм.}$$

де $t_{одн.зм.}$ – тривалість роботи однієї зміни, год; за умовою $t_{одн.зм.} = 10$ год.

3.3 Оцінка інженерного захисту працівників на ОГД

Оцінка інженерного захисту робітників і службовців передбачає визначення показників, які характеризують захист персоналу і проводиться для найбільш несприятливих умов роботи ОГД для найбільшої працюючої зміни.

Така оцінка захисної споруди здійснюється за наступними показниками:

- за місткістю;
- за захисними властивостями від радіоактивного зараження ;
- за системами життєзабезпечення по повітропостачанню, за каналізацією, за електрозабезпеченням, за теплопостачанням, за водопостачанням і за зв'язком;
- за своєчасним укриттям людей.

Найважливішими показниками, за якими здійснюється оцінка інженерного захисту працюючих, є оцінка захисної споруди за місткістю, за захисними властивостями від радіоактивного забруднення, за повітропостачанням, водопостачанням та каналізацією.

3.3.1 Визначення інженерного захисту захисної споруди за місткістю

Площу захисної споруди (за підлогою) розраховують із норм під час виконання об'ємно-планових рішень відповідно до [9, с. 6]: у разі 2-ох ярусного розміщення нар норма площі на одну людину складає 0,5 м², у разі 3-ох ярусного розміщення нар норма – 0,4 м²/ос.; внутрішній об'єм приміщень повинен бути не менше 1,5 м³/ос.; 2-ох ярусні нари встановлюють за внутрішньою висотою захисної споруди від 2,15 м до 2,9 м, а 3-ох ярусні – за внутрішньою висотою 2,9 м і більше, але внутрішня висота захисної споруди не повинна перевищувати 3,5 м. До головних приміщень захисної споруди належить також пункт управління, в якому має бути не менше 2 м² на одного працюючого.

У разі 2-ох ярусного розміщення кількість місць для лежання приймається 20 % від загальної місткості, а у разі 3-ох ярусного розміщення – 30 %.

Спочатку визначається загальна площа головних приміщень

$$S_{\text{заг.осн.}} = S_{\text{осн.}} + S_{\text{упр.}}, \text{ м}^2 \quad (3.14)$$

де $S_{\text{заг.осн.}}$ – загальна площа головних приміщень, м^2 ;
 $S_{\text{осн.}}$ – основна площа, площа для захищених, м^2 ;
 $S_{\text{упр.}}$ – площа приміщення для пункту управління, м^2 .

Далі визначається загальна площа всіх приміщень захисної споруди, які розташовані в зоні герметизації, окрім приміщень для дизель-електростанції, тамбурів та розширювальних камер:

$$S_{\text{заг.всіх}} = S_{\text{заг.осн.}} + S_{\text{коридор}} + S_{\text{сан.вузол}} + S_{\text{продукт.}}, \text{ м}^2, \quad (3.15)$$

де $S_{\text{заг.всіх}}$ – загальна площа всіх приміщень, м^2 ;
 $S_{\text{коридор}}$ – площа коридорів, м^2 ;
 $S_{\text{сан.вузол}}$ – площа санітарних вузлів, м^2 ;
 $S_{\text{продукт.}}$ – площа приміщення для зберігання продуктів, м^2 .

Місткість сховища за об'ємом усіх приміщень у зоні герметизації визначається за залежністю:

$$M_V = \frac{S_{\text{заг.всіх}} \cdot h_{\text{сх.}}}{1,5}, \text{ ос.} \quad (3.16)$$

де M_V – місткість сховища за об'ємом, ос.,
 $h_{\text{сх.}}$ – внутрішня висота захисної споруди, м;
1,5 – мінімальна норма внутрішнього об'єму сховища, яка припадає на одну людину, $\text{м}^3/\text{ос.}$

Далі визначається місткість захисної споруди за площею та в цьому випадку враховується загальна площа основних приміщень:

$$M_S = \frac{S_{\text{заг.осн.}}}{0,4}, \text{ місць або } M_S = \frac{S_{\text{заг.осн.}}}{0,5}, \text{ ос.}, \quad (3.17)$$

де M_S – місткість захисної споруди за площею, ос.;
0,4 і 0,5 – норми площі головних приміщень на одну людину відповідно за 3-ох – 2-ох ярусним розташуванням нар, $\text{м}^2/\text{ос.}$

Одержані місткості за площею M_S та за об'ємом M_V порівнюються, а для подальших розрахунків приймається фактична місткість, яка менша з цих двох значень, тобто:

$$M_{\text{факт.}} = M_V, \text{ якщо } M_V < M_S \text{ і } M_{\text{факт.}} = M_S, \text{ якщо } M_S < M_V \quad (3.18)$$

Тепер можливо визначити коефіцієнт місткості захисної споруди – β_M

$$\beta_M = \frac{M_{\text{факт.}}}{N_{\text{прац.}}} \quad (3.19)$$

де $N_{\text{прац.}}$ – кількість людей працюючої зміни, яких необхідно захистити в захисних спорудах, ос.;

Якщо коефіцієнт місткості $\beta_M \geq 1$, то захисна споруда забезпечує укриття всіх працюючих, а якщо $\beta_M < 1$, то кількість місць для розміщення працюючих недостатня і потрібно передбачити будівництво або пристосування наявних приміщень під захисні споруди для решти працівників.

Приклад 3.4. Оцінити інженерний захист працівників ОГД за місткістю сховища, якщо найбільша працююча зміна становить $N_{прац} = 200$ осіб, загальна площа основних приміщень сховища дорівнює $S_{заг.осн.} = 120 \text{ м}^2$, допоміжних приміщень, розташованих у зоні герметизації $S_{доп.} = 30 \text{ м}^2$, висота приміщення сховища дорівнює $h_{cx.} = 2,5 \text{ м}$, а нари встановлені в 2-й яруси.

Розв'язання

Визначимо загальну площу всіх приміщень сховища в зоні герметизації за залежністю (3.15):

$$S_{заг.всіх} = S_{заг.осн.} + S_{доп.} = 120 + 30 = 150 \text{ м}^2$$

Далі визначається місткість сховища за об'ємом усіх приміщень в зоні герметизації за залежністю (3.16) з урахуванням, що мінімальна норма внутрішнього об'єму сховища на одну людину становить $1,5 \text{ м}^3/\text{ос.}$ [9, с. 6]:

$$M_V = \frac{S_{заг.всіх} \cdot h_{cx}}{1,5} = \frac{150 \cdot 2,5}{1,5} = 250 \text{ ос.}$$

Місткість сховища за площею визначається для головних приміщень за залежністю (3.17), з огляду на те, що норма площі для головних приміщень на одну людину за 2-ох ярусним розташуванням нар становить $0,5 \text{ м}^2/\text{ос.}$

$$M_S = \frac{S_{заг.осн.}}{0,5} = \frac{120}{0,5} = 240 \text{ ос.}$$

Порівнюючи значення місткості сховища за об'ємом $M_V = 250 \text{ ос.}$, з місткістю його за площею $M_S = 240 \text{ ос.}$ вибирається менше та визначається за залежністю (3.19) коефіцієнт місткості сховища:

$$\beta_M = \frac{M_{факт}}{N_{прац.}} = \frac{240}{200} = 1,2$$

де $N_{прац.}$ – найбільша кількість людей працюючої зміни, осіб; за умовою $N_{прац.} = 200$ осіб.

Якщо $\beta_M \geq 1$, то сховище забезпечує укриття всіх працюючих.

3.3.2 Визначення інженерного захисту захисної споруди за захисними властивостями від радіоактивного ураження

Для захисної споруди визначається коефіцієнт послаблення дози радіації ($k_{\text{посл.}}$) залежно від матеріалу, товщини, кількості шарів перекриття (стін) та розташування захисної споруди (вбудована або розташована окремо) за залежністю для одношарового перекриття (стін)

$$k_{\text{посл.}} = \mu \cdot 2^{\frac{h}{\delta}}, \quad (3.20)$$

де μ – коефіцієнт, який враховує розміщення захисної споруди й визначається за таблицею 3.10;

h – товщина захисного шару захисної споруди, м;

δ – товщина шару половинного послаблення опромінення матеріалом перекриття (стін), м; визначається за додатком 3 залежно від матеріалу шару й різновиду опромінення.

У разі виконання перекриття в захисній споруді багатошаровим із різних матеріалів залежність (3.20) має вигляд:

$$k_{\text{посл.}} = \mu \cdot 2^{\sum_{i=1}^{n_{\text{ш}}} \frac{h_{\text{ш}}^i}{\delta_{\text{ш}}^i}}, \quad (3.21)$$

де $n_{\text{ш}}$ – кількість шарів різних матеріалів перекриття;

$h_{\text{ш}}^i$ – товщина i -го захисного шару;

$\delta_{\text{ш}}^i$ – товщина i -го шару половинного послаблення радіації (дод. 3).

Далі визначається можлива максимальна доза опромінення на відкритій місцевості, яку отримують люди у разі одноразового опромінення за залежністю:

$$\begin{aligned} & \text{– у разі ядерного вибуху – } D_{\text{відкр.}} = 5 \cdot (P_{\text{п}} \cdot t_{\text{п}} - P_{\text{к}} \cdot t_{\text{к}}), \text{ рад;} \\ & \text{– у разі аварії на АЕС – } D_{\text{відкр.}} = 1,7 \cdot (P_{\text{к}} \cdot t_{\text{к}} - P_{\text{п}} \cdot t_{\text{п}}), \text{ рад;} \end{aligned} \quad (3.22)$$

де $t_{\text{п}}$ і $t_{\text{к}}$ – відповідно час початку та закінчення опромінення, год;

$P_{\text{п}}$ і $P_{\text{к}}$ – рівень радіації відповідно на початку та в кінці опромінення, рад/год.

Таблиця 3.10 – Коефіцієнт, який залежить від умов розміщення захисних споруд, μ

Умови розміщення сховища	μ
1. Окремо розташоване за межами забудови	1
2. Окремо розташоване сховище в межах забудови	2
3. Вбудоване в окремо розміщеному будинку сховище:	
– для стін, які виступають над поверхнею землі	2
– для перекриттів	4
4. Вбудоване всередині виробничого комплексу або житлового кварталу сховище:	
– для стін, які виступають над поверхнею землі;	4
– для перекриттів	8

Необхідний коефіцієнт послаблення захисної споруди визначається за умови, що одноразова доза опромінення не повинна перевищувати $D_{вст.} \leq 50 \text{ p} (\approx 50 \text{ рад.})$ за залежністю:

$$k_{посл.}^{необх.} = \frac{D_{відкр.}}{D_{вст.}} \quad (3.23)$$

Величина коефіцієнту послаблення (захисту) рівня радіації $k_{посл.}$ порівнюється з необхідним коефіцієнтом послаблення $k_{посл.}^{необх.}$, і якщо $k_{посл.} \geq k_{посл.}^{необх.}$, то за захисними властивостями від радіоактивного зараження ця захисна споруда забезпечує захист працівників; в іншому разі ($k_{посл.}^{необх.} > k_{посл.}$) – захист не забезпечується.

Приклад 3.5. Визначити інженерний захист вбудованого в окремо розташованому будинку сховища, стіни якого виступають над поверхнею землі, а перекриття виконане одношаровим і стіни із бетону товщиною $h_{бет.} = 0,2 \text{ м.}$ Опромінення відбувається з 17 до 21 години на відкритій місцевості внаслідок аварії на АЕС із викидом радіоактивних речовин о 15 год. Максимальний рівень радіації на 1-у годину після аварії становить $P_1 = 13 \text{ рад/год}$, встановлена доза дорівнює $D_{вст.} = 10 \text{ рад.}$

Розв'язання

Визначимо рівні радіації приведені до початку P_{II} і в кінці P_K опромінення:

$$P_{II} = P_2 = \frac{P_1}{k_2^{AEC}} = \frac{13}{1,316} = 9,88 \text{ рад;}$$

$$P_K = P_6 = \frac{P_1}{k_6^{AEC}} = \frac{13}{2,041} = 6,37 \text{ рад;}$$

де k_2^{AEC} і k_6^{AEC} – відповідно коефіцієнти перерахунку рівня радіації з 1-ої години після аварії на АЕС на початок опромінення (на 2-у – годину – k_2^{AEC}) і на кінець опромінення (на 6-у годину – k_6^{AEC}), за таблицею 1.9 $k_2^{AEC} = 1,316$ і $k_6^{AEC} = 2,041$.

Далі визначається доза опромінення, яку отримають люди, перебуваючи на відкритій місцевості в продовж 4-ох годин (з 17 до 21 години) в аварійних умовах за залежністю (3.22):

$$D_{відкр.}^{AEC} = 1,7 \cdot (P_K \cdot t_K - P_{II} \cdot t_{II}) = 1,7 \cdot (6,37 \cdot 6 - 9,88 \cdot 2) = 31,4 \text{ рад,}$$

де t_{II} і t_K – відповідно час початку і кінця опромінення стосовно часу аварії, год; в цьому разі $t_{II} = 2 \text{ год}$ і $t_K = 6 \text{ год}$.

Необхідний коефіцієнт послаблення рівня опромінення визначається за залежністю (3.23):

$$k_{посл.}^{необх.} = \frac{D_{відкр.}}{D_{вст.}} = \frac{31,4}{10} = 3,14 \approx 3,2$$

Коефіцієнт (захисту) послаблення для захисної споруди визначається за залежністю (3.20):

$$k_{\text{посл.}} = \mu \cdot 2^{\frac{h}{\delta}}$$

де μ – коефіцієнт, який враховує розміщення захисної споруди; для вбудованого в окремо розміщеному будинку сховищі, в якому стіни виступають над поверхнею землі згідно за таблицею 3.10 $\mu = 2$;

h – товщина захисного шару сховища; в цьому разі захисні стіни товщиною за умовою $h_{\text{бет.}} = h = 0,2 \text{ м} = 20 \text{ см}$;

δ – товщина шару половинного послаблення опромінення для матеріалу стін; згідно з додатком 3 – $\delta = \delta_{\text{бет.}} = 5,6 \text{ см}$.

Тоді $k_{\text{посл.}} = 2 \cdot 2^{\frac{20}{5,6}} \approx 23$.

Далі порівнюється необхідний коефіцієнт послаблення $k_{\text{посл.}}^{\text{необх.}} = 3,2$ з коефіцієнтом послаблення захисної споруди $k_{\text{посл.}} = 23$, тобто $k_{\text{посл.}}^{\text{необх.}} = 3,2 < k_{\text{посл.}} = 23$, значить за захисними властивостями від радіоактивного ураження дана захисна споруда (сховище), забезпечує захист людей.

3.3.3 Визначення інженерного захисту захисної споруди за життєзабезпеченням повітропостачанням

Повітропостачання захисних споруд (сховищ) здійснюється за рахунок зовнішнього повітря за умовою його попереднього очищення та без обміну з навколишнім середовищем. Система повітропостачання подає у сховище необхідну кількість повітря та може працювати в одному з трьох режимів:

«Режим І» – режим чистої вентиляції; у цьому режимі зовнішнє повітря очищується від радіоактивного пилу.

«Режим ІІ» – режим фільтровентиляції; в цьому режимі зовнішнє повітря очищується від радіоактивного пилу, отруйних речовин і біологічних засобів ураження.

«Режим ІІІ» – режим повної ізоляції з регенерацією внутрішнього повітря; у цьому режимі передбачається регенерація повітря і подавання кисню для дихання зі спеціальних кисневих балонів.

У разі оцінки захисних споруд за життєзабезпеченням необхідно забезпечити можливість безперервного перебування людей у цих спорудах не менше двох діб за режимом чистої вентиляції («Режим І») і в режимі фільтровентиляції («Режим ІІ») – 12 год.

Оцінка життєзабезпечення захисних споруд повітропостачанням здійснюється на підставі таких норм залежно від режиму роботи системи [4].

Норми зовнішнього повітря, що подається в захисну споруду за 1 годину.

1. За «Режимом І»:

- $8 \text{ м}^3/\text{ос.}$ за температурою повітря до 20^0 С , перша кліматична зона;
- $10 \text{ м}^3/\text{ос.}$ за температурою повітря $20\text{--}25^0 \text{ С}$, друга кліматична зона;

- 11 м³/ос. за температурою повітря 25–30⁰ С, третя кліматична зона;
- 13 м³/ос. за температурою повітря >30⁰ С, четверта кліматична зона.

2. За «Режимом II»:

- 2 м³/ос.;
- 5 м³/ос., що працюють в пункті управління.

Для підтримання допустимих теплових, вологих і газових параметрів повітря протягом усього часу перебування людей у сховищах установлюють припливні та припливно-витяжні вентиляційні установки.

Застосовуються фільтровентиляційні комплекти ФВК-1 і ФВК-2 у першій і другій кліматичних зонах ($t^0 \leq 25^0\text{C}$) з місткістю захисних споруд до 600 ос. і у третій і четвертій кліматичних зонах за $t^0 = 25^0\text{C}$ і більше місткістю відповідно до 450 і 300 осіб.

Для забезпечення повітропостачання за «Режимом I» і за «Режимом II» використовуються комплекти ФВК-1, а для повітропостачання за всіма 3-ома режимами вентиляції забезпечується ФВК-2.

Продуктивність фільтровентиляційного обладнання ФВК-1 і ФВК-2 за режимом чистої вентиляції («Режим I») становить $q_{\text{ФВК}} = 1200 \text{ м}^3/\text{год}$, а за режимом фільтровентиляції («Режим II») – $q_{\text{ФВК}} = 300 \text{ м}^3/\text{год}$.

Для забезпечення подачі у сховище необхідної кількості повітря за «Режимом I» додатково можуть встановлюватися електроручні вентилятори ЕРВ – 72-2 або ЕРВ – 72-3, продуктивністю відповідно $q_{\text{ЕРВ-72-2}} = 900\text{--}1300 \text{ м}^3/\text{год}$ і відповідно $q_{\text{ЕРВ-72-3}} = 1300\text{--}1800 \text{ м}^3/\text{год}$. [10, с.197].

За «Режимом III» – регенерація повітря забезпечується регенеративною установкою типу РУ-150/6 із фільтрами ФГ-70, що входять у комплект ФВК-2.

Розрахунки постачання повітря у сховища необхідно виконувати відповідно до режимів та обладнанням сховищ фільтровентиляційними та регенеративними установками.

У сховищах місткістю більше 600 осіб для забезпечення повітропостачання використовуються промислові електровентилятори з фільтрами [11].

У разі визначення необхідної кількості ФВК розрахунки здійснюються за режимом фільтровентиляції («Режим II»).

Кількість повітря, що подається системою за 1 годину у «Режимі II» – фільтровентиляції, визначається за залежністю:

$$Q_{\text{заг. II}}^{\text{повітр.}} = \lambda_{\text{уст}}^{\text{ФВК}} \cdot q_{\text{ФВК.2}}^{\text{II. повітр.}}, \text{ м}^3/\text{ГОД}, \quad (3.24)$$

де $Q_{\text{заг. II}}^{\text{повітр.}}$ – загальна кількість повітря, яка подається системою за 1-у годину за «Режимом II», м³/годину;

$\lambda_{\text{уст}}^{\text{ФВК}}$ – кількість фільтровентиляційних установок (ФВК-2);

$q_{\text{ФВК.2}}^{\text{II. повітр.}}$ – продуктивність за фільтровентиляцією в «Режимі II» однієї установки ФВК-2 становить $q_{\text{ФВК.2}}^{\text{II. повітр.}} = 300 \text{ м}^3/\text{год}$ (див. вище).

Необхідну кількість повітря за «Режимом II» – фільтровентиляції визначається за залежністю:

$$Q_{\text{заг. II}}^{\text{повітр. необх.}} = N_{\text{зах.}} \cdot \varpi_{\text{зах. II}}^{\text{повітр.}} + N_{\text{упр.}} \cdot \varpi_{\text{упр. II}}^{\text{повітр.}}, \text{ м}^3/\text{год} \quad (3.25)$$

де $Q_{\text{заг. II}}^{\text{повітр. необх.}}$ – загальна кількість необхідного повітря за «Режимом II» – фільтровентиляції, м³/годину;

$N_{\text{зах.}}$ – кількість людей, які знаходяться у сховищі (які захищаються);

$N_{\text{упр.}}$ – кількість людей, працюючих в управлінні сховищем;

$\varpi_{\text{зах. II}}^{\text{повітр.}}$ – норма витрат повітря на 1 захищеного за «Режимом II», $\varpi_{\text{зах. II}}^{\text{повітр.}} = 2 \text{ м}^3/\text{год}$ (див. вище);

$\varpi_{\text{упр. II}}^{\text{повітр.}}$ – норма витрат повітря на одного працюючого в пункті управління за «Режимом II» – $\varpi_{\text{упр. II}}^{\text{повітр.}} = 5 \text{ м}^3/\text{год}$ (див. вище).

Необхідна загальна кількість повітря за 1-у годину за «Режимом II» порівнюється з кількістю його в тому самому режимі, що дають фільтровентиляційні установки. Якщо необхідна кількість повітря буде більшою, ніж продуктивність ФВК-1 і (або) ФВК-2, то повітропостачання не забезпечується, отже, необхідно збільшити кількість фільтровентиляційного обладнання.

Далі проводяться розрахунки за «Режимом I» – режимом чистої вентиляції; визначається кількість повітря, що подається в захисну споруду комплектами ФВК

$$Q_{\text{заг. I}}^{\text{повітр. ФВК}} = \lambda_{\text{уст.}}^{\text{ФВК}} \cdot q_{1, \text{уст. ФВК}}^{\text{I. реж.}}, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (3.26)$$

де $Q_{\text{заг. I}}^{\text{повітр. ФВК}}$ – загальна кількість повітря, яка подається в сховище комплектами ФВК за «Режимом I» – чистої вентиляції, м³/год;

$\lambda_{\text{уст.}}^{\text{ФВК}}$ – кількість комплектів ФВК;

$q_{1, \text{уст. ФВК}}^{\text{I. реж.}}$ – продуктивність однієї установки ФВК за «Режимом I» – чистої вентиляції, м³/год.; $q_{1, \text{уст. ФВК}}^{\text{I. реж.}} = 1200 \text{ м}^3/\text{год.}$ (див. вище).

У разі недостатньої кількості повітря використовуються електроручні вентилятори ЕРВ-72-2 або ЕРВ-72-3 [10, с. 197] і кількість повітря, яку останні подають за «Режимом I» визначається за залежністю:

$$Q_{\text{заг. I. реж.}}^{\text{повітр. ЕРВ}} = \lambda_{\text{уст.}}^{\text{ЕРВ}} \cdot q_{1, \text{уст. ЕРВ}}^{\text{I. реж.}}, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (3.27)$$

де $Q_{\text{заг. I. реж.}}^{\text{повітр. ЕРВ}}$ – загальна кількість повітря, що подається у сховище електроручними вентиляторами (ЕРВ), м³/год.;

$\lambda_{\text{уст.}}^{\text{ЕРВ}}$ – кількість вентиляторів типу ЕРВ;

$q_{1, \text{уст. ЕРВ}}$ – продуктивність одного вентилятора ЕРВ, м³/год.; для ЕРВ-72-2 $q_{1, \text{уст. ЕРВ-72-2}} = 900\text{--}1300 \text{ м}^3/\text{год.}$, для ЕРВ-72-3 $q_{1, \text{уст. ЕРВ-72-3}} = 1300\text{--}1800 \text{ м}^3/\text{год.}$ (див. вище).

Далі визначається загальна кількість повітря, яка подається у сховище комплектами ФВК і електроручними вентиляторами типу ЕРВ за Режимом І»

$$Q_{\text{заг.І.реж.}}^{\text{повітр.}} = Q_{\text{заг.І.реж.}}^{\text{повітр.ФВК}} + Q_{\text{заг.І.реж.}}^{\text{повітр.ЕРВ}}, \text{ м}^3/\text{год} \quad (3.28)$$

Необхідна кількість повітря для укриття людей визначається за «Режимом І»:

$$Q_{\text{заг.І.реж.}}^{\text{повітр.необх.}} = N_{\text{зах.}} \cdot \varpi_{\text{зах.І.реж.}}^{\text{повітр.}}, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (3.29)$$

де $Q_{\text{заг.І.реж.}}^{\text{повітр.необх.}}$ – загальна необхідна кількість повітря для життєзабезпечення людей упродовж однієї години за «Режимом І», м³/годину;

$N_{\text{зах.}}$ – кількість людей, які знаходяться у сховищі;

$\varpi_{\text{зах.І.реж.}}^{\text{повітр.}}$ – норма витрат повітря на 1-го захищеного за Режимом І; визначається залежно від температури повітря і кліматичної зони, м³/год/ос. (див. вище).

Далі порівнюється необхідна загальна кількість повітря за «Режимом І» з його кількістю в тому самому режимі, що забезпечують вентиляційні установки. Якщо необхідна кількість повітря буде більшою, ніж продуктивність вентиляційного обладнання, то життєзабезпечення за повітропостачанням не забезпечується, і в цьому разі необхідно збільшити кількість обладнання для чистої вентиляції («Режим І»).

Визначимо найбільшу кількість людей у сховищі, яка буде забезпечена необхідною кількістю повітря:

$$\text{за «Режимом ІІ» } N_{\text{зах.ІІ.реж.}}^{\text{max}} = \frac{Q_{\text{заг.ІІ.реж.}}^{\text{повітр.}}}{\varpi_{\text{зах.ІІ.реж.}}^{\text{повітр.}}}, \text{ ос.}; \quad (3.30)$$

$$\text{за «Режимом І» } N_{\text{зах.І.реж.}}^{\text{max}} = \frac{Q_{\text{заг.І.реж.}}^{\text{повітр.}}}{\varpi_{\text{зах.І.реж.}}^{\text{повітр.}}}, \text{ ос.} \quad (3.31)$$

Повітропроводи для режимів чистої вентиляції, фільтровентиляції і вентиляції приміщення дизель-електростанції будуються окремо. Варто зазначити, що повітропроводи, розміщені у сховищах фарбуються різним кольором [6, с. 125]:

- для режиму чистої вентиляції в білий колір;
- для режиму фільтровентиляції в червоний колір;
- для режиму регенерації в червоний колір.

Приклад 3.6. Підібрати обладнання для забезпечення найбільшої працюючої зміни на ОГД повітрям, яка розміщується у сховищі місткістю $N_{\text{зах.}} = 500$ ос.; ОГД розташоване в зоні з помірним кліматом (температура повітря 20–25⁰ С). Окрім зазначеного, у сховищі розміщується пункт управління, в якому працюють $N_{\text{упр.}} = 10$ ос.

Розв'язання

Інженерний захист людей за повітропостачанням забезпечується фільтровентиляційними установками ФВК-1 або ФВК-2. Розрахунок цих установок здійснюється за «Режимом II», тобто за режимом фільтровентиляції, отже, для обладнання сховища вибираємо установку ФВК-2.

Зважаючи на те, що норма витрат повітря на одну особу, яка укривається у сховищі становить $\varpi_{\text{зах. II. реж.}}^{\text{повітр.}} = 2 \text{ м}^3/\text{год}$, а норма витрат на одну особу повітря для працюючих у пункті управління $\varpi_{\text{упр. II. реж.}}^{\text{повітр.}} = 5 \text{ м}^3/\text{год}$ визначимо загальну необхідну кількість повітря за залежністю (3.25):

$$Q_{\text{заг. II. реж.}}^{\text{повітр. необх.}} = N_{\text{зах.}} \cdot \varpi_{\text{зах. II. реж.}}^{\text{повітр.}} + N_{\text{упр.}} \cdot \varpi_{\text{упр. II. реж.}}^{\text{повітр.}} = 500 \cdot 2 + 10 \cdot 5 = 1050 \text{ м}^3/\text{год}$$

де $N_{\text{зах.}}$ і $N_{\text{упр.}}$ – кількість осіб, які захищаються та кількість управлінців; в цьому разі $N_{\text{зах.}} = 500 \text{ ос.}$ і $N_{\text{упр.}} = 10 \text{ ос.}$

Кількість фільтровентиляційних комплектів ФВК-2 визначається з урахуванням, що продуктивність однієї установки ФВК-2 за режимом фільтровентиляції становить $Q_{\text{ФВК-2}}^{\text{II. повітр.}} = 300 \text{ м}^3/\text{год}$, із залежності (3.24) маємо:

$$\lambda_{\text{ФВК-2}}^{\text{II. реж.}} = \frac{Q_{\text{заг. II. реж.}}^{\text{повітр. необх.}}}{q_{\text{ФВК-2}}^{\text{II. реж. повітр.}}} = \frac{1050}{300} = 3,5 \text{ комплектів,}$$

Приймається для установки у сховищі за «Режимом II» 4 комплекти ФВК-2.

Загальна необхідна кількість повітря для працюючих визначається з огляду на те, що норма подачі зовнішнього повітря на одну особу для кліматичної зони з температурою повітря $20\text{--}25^\circ \text{C}$ за «Режимом I» дорівнює $\varpi_{\text{прац. I. реж.}}^{\text{повітр.}} = 10 \text{ м}^3/\text{год}$, за залежністю (3.29):

$$Q_{\text{заг. I. реж.}}^{\text{повітр. необх.}} = (N_{\text{зах.}} + N_{\text{упр.}}) \cdot \varpi_{\text{прац. I. реж.}}^{\text{повітр.}} = (500 + 10) \cdot 10 = 5100 \text{ м}^3/\text{год}$$

Далі визначається необхідна кількість комплектів ФВК-2 для забезпечення працюючих очищеним повітрям у сховищі за «Режимом I» – чистої вентиляції з урахуванням, що продуктивність одного комплекта ФВК-2 за «Режимом I» становить $q_{\text{ФВК-2}}^{\text{I. реж.}} = 1200 \text{ м}^3/\text{год}$, із залежності (3.26):

$$\lambda_{\text{ФВК-2}}^{\text{I. реж.}} = \frac{Q_{\text{заг. I. реж.}}^{\text{повітр. необх.}}}{q_{\text{ФВК-2}}^{\text{I. реж.}}} = \frac{5100}{1200} = 4,25 \text{ комплектів.}$$

Отже, за режимом фільтровентиляції повітропостачання забезпечується 4-ма комплектами ФВК-2, а за режимом чистої вентиляції («Режим I») необхідно мати ще 1 комплект; в останньому режимі повітропостачання можливо забезпечити додатковою установкою електроручних вентиляторів, наприклад ЕРВ-72-2 продуктивністю за «Режимом I» $q_{\text{Ір.ЕРВ-72-2}}^{\text{повітр.}} \geq 900 \text{ м}^3/\text{год}$; приймемо $q_{\text{І.ЕРВ-72-2}}^{\text{повітр.}} = 1000 \text{ м}^3/\text{год}$.

Визначимо кількість повітря за «Режимом І», яке подається в захисну споруду вибраними за «Режимом ІІ» 4-ма комплектами ФВК-2, якщо продуктивність одного ФВК-2 за «Режимом І» становить $q_{I, \text{реж. ФВК-2}}^{\text{повітр.}} = 1200 \text{ м}^3/\text{год.}$

$$Q_{\text{заг. I. реж.}}^{\text{повітр. ФВК-2}} = \lambda_{\text{ФВК-2}} \cdot q_{I, \text{реж. ФВК-2}}^{\text{повітр.}} = 4 \cdot 1200 = 4800 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Далі визначається необхідна додаткова кількість електроручних вентиляторів ЕРВ-72-3 за залежністю

$$\lambda_{\text{ЕРВ-72-2}} = \frac{Q_{\text{заг. I. реж.}}^{\text{повітр. необх.}} - Q_{\text{заг. I. реж.}}^{\text{повітр. ФВК-2}}}{q_{I, \text{реж. ЕРВ-72-2}}^{\text{повітр.}}} = \frac{5100 - 4800}{1000} = 0,3 \text{ вентилятора}$$

Приймається для установки 1 електроручний вентилятор типу ЕРВ-72-2. Варто зазначити, що «Режим ІІІ» буде забезпечуватися регенеративними установками РУ-150/6, які є в наявності у складі комплектів ФВК-2.

3.3.4 Особливості оцінки інженерного захисту захисної споруди за життєзабезпеченням водопостачанням та каналізацією, за опаленням та електрозабезпеченням

Життєзабезпечення сховищ за водопостачанням здійснюється на базі діючих водопровідних мереж, а також короткочасно створюється запас питної води із розрахунку 3 л/добу на 1 людину. Запас питної води повинен обновлюватися впродовж 2-ох діб. Мінімальний запас води в проточних ємностях створюють із розрахунку 6 л для пиття і 4 л для санітарно-гігієнічних потреб на кожну людину на весь розрахунковий час перебування у сховищі. У сховищах місткістю 300 ос. і менше, а також у сховищах, де не передбачаються витрати води в мирний час, допускається установка «сухих» ємностей, які заповнюються під час приведення сховища в готовність.

У сховищах місткістю 600 осіб і більше додатково для пожежогасіння знаходиться на весь строк перебування людей ще $4,5 \text{ м}^3$ води.

Оцінка за водозабезпеченням зводиться до порівняння запасу води в сховищі з необхідною кількістю води:

$$Q_{H_2O}^{\text{необх.}} = w_{H_2O} \cdot N_{\text{зах.}} \cdot T_{\text{схов.}}, \text{ л} \quad (3.32)$$

де w_{H_2O} — встановлена норма витрат води, л/добу/ос.;

$N_{\text{зах.}}$ — кількість людей, які знаходяться у сховищі;

$T_{\text{схов.}}$ — термін перебування людей у сховищі, діб.

Запас води для забезпечення роботи повітроохолоджуючих установок та дизель-електричних станцій, який зберігається в резервуарах, розраховується на весь період перебування людей у сховищах, згідно з технічними нормами на агрегати.

Життєзабезпечення сховищ за каналізацією здійснюється відповідно до діючих норм [12] шляхом відводу стічної води від санітарних вузлів у зовнішню каналізаційну мережу самотіканням або шляхом перекачування. Станції перекачування і приймальні резервуари стічної води розташовуються за межами сховища. У приміщенні санвузла для збору стоків передбачається аварійний резервуар із розрахунку приймання 2 л/добу на 1-у людину [13].

Захисні споруди оцінюються за опаленням та за електрозабезпеченням. Передбачається, що опалення та електропостачання буде здійснюватися у переважній більшості від відповідних мереж міста (населеного пункту), ОГД, району. У разі необхідності передбачається використання у сховищі автономного джерела електропостачання (акумулятори, дизель-електростанція).

Приклад 3.7. Визначити необхідний запас питної води для найбільшої працюючої зміни в $N_{зах.} = 500$ осіб, які знаходяться у сховищі в продовж $T_{схов.} = 2$ доби.

Розв'язання

Необхідний запас питної води визначається за залежністю (3.32):

$$Q_{H_2O}^{необх.} = \varpi_{H_2O} \cdot N_{зах.} \cdot T_{схов.} = 3 \cdot 500 \cdot 2 = 3000 \text{ л,}$$

де ϖ_{H_2O} – встановлена норма витрат води, л/добу/ос.;
 $\varpi_{H_2O} = 3$ л/добу/ос.;

$N_{зах.}$ – кількість людей у сховищі; $N_{зах.} = 500$ осіб;

$T_{схов.}$ – термін перебування людей у сховищі, діб; за умовою $T_{схов.} = 2$ доби.

Варто зазначити, окрім питної води у сховищі необхідно передбачити воду на санітарно-технічні потреби, а також для технічних потреб.

Питання для самоконтролю

1. Яка мета оцінки інженерної обстановки?
2. Що таке довгострокове й оперативне прогнозування інженерної обстановки?
3. Який головний показник під час оцінки інженерної обстановки?
4. Які прийняті ступені руйнування під час оцінки інженерної обстановки?
5. Методика визначення зон руйнування міст (населених пунктів) від надлишкового тиску.
6. Що таке ступінь руйнування міст (населених пунктів)?
7. Які параметри інженерної обстановки визначаються залежно від ступеня руйнування міста (населеного пункту)?

8. Як визначається ступінь руйнування об'єкта господарської діяльності?
9. Оцінка інженерного захисту працівників на об'єкті господарської діяльності за місткістю?
10. Оцінка інженерного захисту працівників на об'єкті господарської діяльності за захисними властивостями від радіоактивного зараження.
11. Оцінка інженерного захисту працівників на об'єкті господарської діяльності за системою життєзабезпечення повітропостачання.
12. Особливості оцінки інженерного захисту захисної споруди за системою життєзабезпечення водопостачання, за каналізацією, за опаленням та електрозабезпеченням.
13. Режими роботи фільтровентиляційних установок.

4 ОЦІНКА ОБСТАНОВКИ У РАЗІ АВАРІЇ НА ГІДРОТЕХНІЧНИХ СПОРУДАХ

План проведення занять

1. Допущення під час розрахунку параметрів хвилі прориву.
2. Розрахунок параметрів хвилі прориву та побудова графіка її проходження.
3. Оцінка можливих наслідків затоплення.

Оцінка обстановки у разі аварії на гідротехнічних спорудах

Загальні положення

До основних гідротехнічних споруд, руйнування яких призводить до гідродинамічних аварій, належать греблі, водозбірні та водоскидні споруди (шлюзи). Катастрофічне затоплення, що є наслідком гідродинамічної аварії, полягає в стрімкому затопленні місцевості водою – хвилею прориву. Масштаби наслідків гідродинамічних аварій залежать від параметрів і технічного стану гідровузла, особливостей і ступеня руйнування греблі, обсягу води у водоймищі, характеристик хвилі прориву та повені, рельєфу місцевості, пори року, метеоумов і багатьох інших факторів.

Прорив гідротехнічної споруди може відбутися як вторинний фактор під дією надзвичайних ситуацій природного походження (землетрус, ураган, обвал, зсув тощо) і внаслідок надзвичайної ситуації техногенного походження (конструктивні дефекти, порушення правил експлуатації, впливу паводків, руйнування основи гідротехнічної споруди, недостатності водоскидів тощо), а також у наслідок застосування зброї.

Основними чинниками ураження катастрофічного затоплення є: хвиля прориву (висота хвилі, швидкість руху) і тривалість затоплення.

Хвиля прориву – хвиля, що утворюється у фронті потоку води, який спрямовується в пролом греблі (проран), від розмірів якого залежать параметри хвилі прориву та кількість води, яка скидається з водосховища.

Рівень води в водосховищі (вище греблі) прийнято називати верхнім б'єфом, а рівень води в річці нижче греблі – нижнім б'єфом.

Хвиля прориву утворюється за одночасним накладенням двох процесів:

- падіння вод водоймища з верхнього б'єфа в нижній, що породжує хвилю;
- різкого збільшення обсягу води в місці її падіння, що призводить до перетіку води з цього місця в місце, де рівень води нижче.

Схематично повздовжній переріз сформованої хвилі наведено на рисунку 4.1.

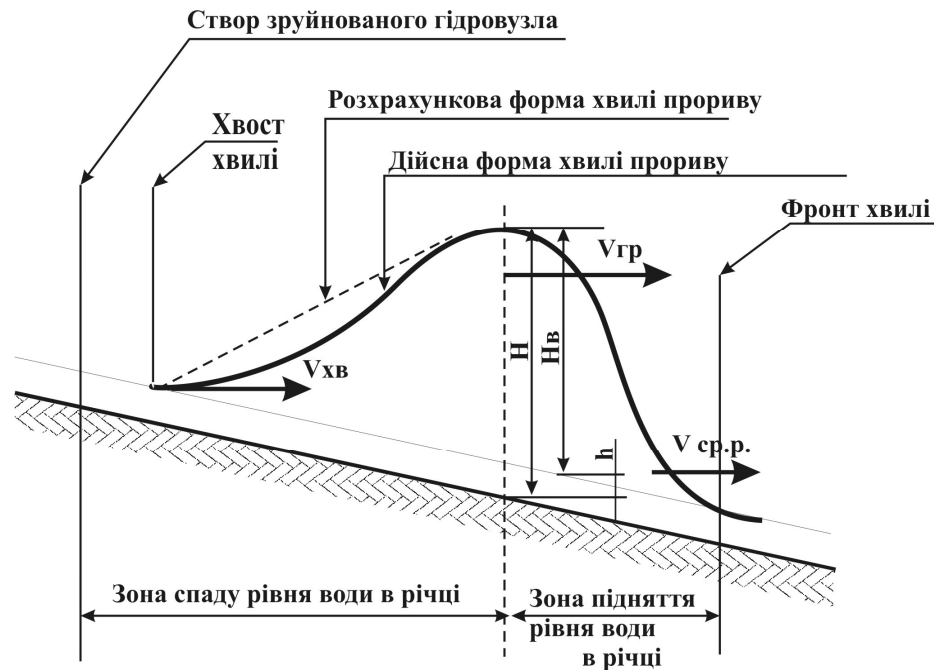


Рисунок 4.1 – Схематичний подовжній переріз хвилі прориву:

де h – рівень води в річці; H_v – висота хвилі; H – висота потоку; $V_{хв}$, $V_{ср.р.}$, $V_{гр.}$ – швидкість руху стосовно хвоста, гребня, фронту хвилі прориву

Початок хвилі називається *фронтом хвилі*, який, переміщуючись із великою швидкістю, висувається вперед. Фронт хвилі може бути дуже крутим під час переміщення великих хвиль на ділянках, близьких до зруйнованого гідровузла і порівняно пологим на великих ділянках віддалених від гідровузла.

Зона найбільшої висоти хвилі називається *гребенем хвилі*, який рухається зазвичай повільніше, ніж її фронт. Ще повільніше рухається кінець хвилі – *хвіст хвилі*. Унаслідок відмінності швидкостей цих трьох характерних точок хвиля поступово розтягується по довжині річки, відповідно зменшуючи свою висоту і збільшуючи тривалість проходження. До того ж, залежно від висоти хвилі й ухилів річки на різних ділянках, а також неоднакової форми й шорсткості русла, може спостерігатися деяке тимчасове прискорення руху гребня, з «перекосом» хвилі, тобто з відносним укороченням зони підйому, порівнюючи із зоною спаду.

Хвиля прориву має зазвичай значну висоту гребня і швидкість руху та володіє великою руйнівною силою. Ці показники, а також тривалість затоплення, є головними вражаючими факторами катастрофічного затоплення.

Вплив хвилі прориву на об'єкти подібно впливу ударної хвилі повітряного ядерного вибуху, але відрізняється від останнього насамперед тим, що діючим тілом у цьому разі є вода.

Слідом за фронтом хвилі прориву висота її починає інтенсивно збільшуватися, досягаючи через деякий проміжок часу до максимальної величини, що перевищує брівки берегів ріки, унаслідок чого починається затоплення.

Після припинення підйому рівнів за всією шириною потоку настає більш-менш тривалий період руху, близький до сталого. Цей період буде тим довше, чим більший об'єм водоймища. Останньою фазою утворення зони затоплення є спад рівнів води.

4.1 Допущення під час розрахунку параметрів хвилі прориву

Хвиля прориву, з гідравлічної точки зору, є хвилею переміщення, яка, на відміну від вітрових хвиль, що виникають на поверхнях великих водоймищ, володіє здатністю переносити у напрямі свого руху значні маси води. Тому хвилю прориву варто розглядати як певну масу води, що рухається вниз по річці та безперервно змінює свою форму, розміри і швидкість, тобто потік є просторовим і дуже складним за формою.

Тому під час розрахунку параметрів хвилі прориву приймаються певні допущення:

- руйнування гідровузла або його частини відбувається миттєво;
- ступінь руйнування напірного фронту (лінії споруд), що підтримують натиск гідровузла, приймається у відсотках (або в долях) від його довжини по рівню води у водосховищі. У разі часткових руйнувань вважається, що пролом утворюється один і знаходиться в найглибшому місці;
- глибина пролomu вважається такою, що доходить до дна водосховища;
- зміна пролomu в часі не враховується, його форма й розміри вважаються постійними;
- інерційні сили під час визначення часу спорожнення водосховища не враховуються, тобто вважається, що рівень води у водосховищі за його спорожненням весь час залишається горизонтальним;
- русло річки й долина річки, що затоплюються, під час проходження хвилі прориву схематизуються;
- річка за довжиною вважається такою, що складається з ділянок з однорідною шириною, глибинами, ухилами й шорстокостями (розрахункових ділянок);
- шорсткість русла та заплави приймаються середніми для всього перетину розрахункової ділянки й незалежно від глибини та наповнення долини річки;
- розрахунок основних параметрів хвилі прориву проводиться за динамічною віссю потоку.

4.2 Розрахунок параметрів хвилі прориву і побудова графіка проходження хвилі прориву

Перед проведенням розрахунків параметрів хвилі прориву поздовжній профіль ріки в нижньому б'єфі розбивається на характерні ділянки. Межа між вибраними ділянками називається створом. Створів може бути декілька залежно від поздовжнього профілю ріки, призначення розрахунків тощо.

За нульові створи приймається перший (найближчий до потоку) з намічених постійних створів.

Вибір розрахункових постійних створів здійснюється за картою області.

Гідрологічні характеристики постійних створів річок визначаються за даними геолого-географічного опису місцевості й топографічної карти області. Характерними створами можуть бути межа зони особливо небезпечного затоплення (відстань, яку проходить хвиля прориву впродовж 1-го часу після аварії), межа зони катастрофічного затоплення (відстань, яку проходить хвиля прориву впродовж перших 4-ох годин після аварії).

Як зазначалося раніше, хвиля прориву є головним чинником ураження під час руйнування гідротехнічної споруди, то для визначення інженерної обстановки необхідно визначити такі її параметри:

- час повного спорожнення водосховища – $T_{хв. 0}$;
- швидкість руху характерних точок хвилі (фронту, гребеня, хвоста) до розрахункових створів, розташованих на річці нижче гідровузла – $V_{фр.}, V_{гр.}, V_{хв.}$;
- час добігання характерних точок хвилі прориву (фронту, гребеня, хвоста) до розрахункових створів, розташованих на річці нижче гідровузла – $t_{фр.}, t_{гр.}, t_{хв.}$;
- тривалість проходження хвилі через вказані створи – $T_{хв. i}$;
- висота хвилі прориву в указаних створах – $H_{хв. i}$.

Варто зазначити, що параметри, які належать до створів, прийнято позначати великими літерами з відповідними індексами, а параметри, які належать до ділянок між створами – малими літерами з відповідними індексами.

Початковими даними для розрахунків параметрів хвилі прориву є об'єм водосховища, W_B , який можливо визначити за залежністю [14, с. 144]:

$$W_B = \frac{H \cdot S_B}{3}, \text{ млн. м}^3$$

де H – глибина водосховища перед гідровузлом, м;

S_B – площа дзеркала водосховища, м^2 .

Площа дзеркала водоймища визначається за залежністю [14, с. 145]:

$$S_B = B \cdot L, \text{ м}^2,$$

де B – ширина водосховища перед гідровузлом, м;

L – довжина водоймища, м.

Ухил дна річки, i , визначається за даними геолого-географічного опису місцевості й топографічної карти або за залежністю:

$$i = \frac{B_{сер} \cdot h_6^2}{W_B \cdot M \cdot (M+1)}$$

де $B_{сер}$ – середня ширина річки на висоті h_6 ;

h_6 – глибина річки нижче греблі, м;

M – параметр, що характеризує форму поперечного перетину ріки; приймається відповідно до рисунку 4.2.

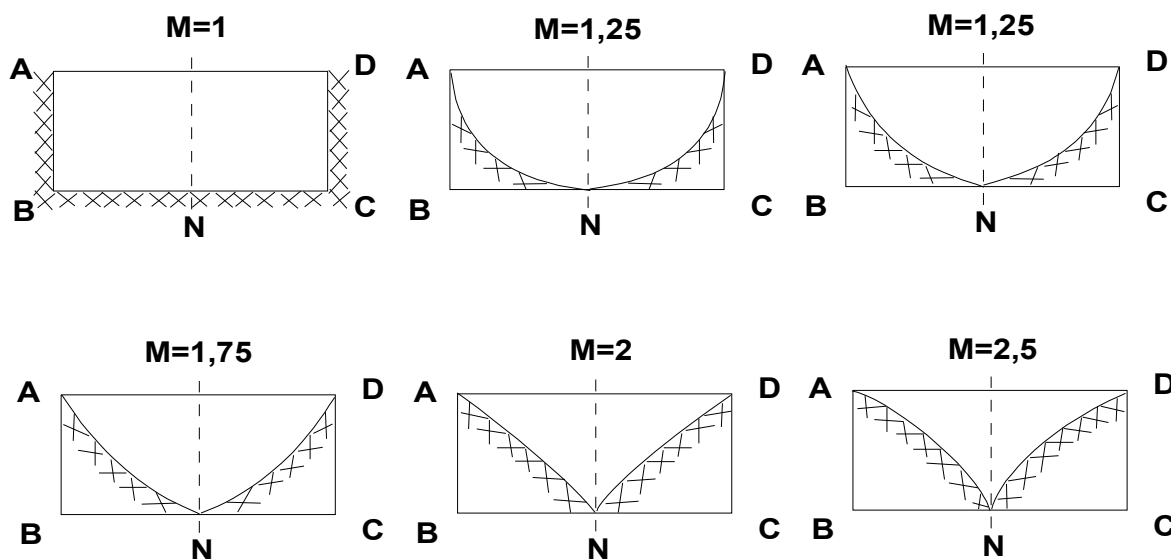


Рисунок 4.2 – Форма поперечного перетину русла річки

Далі визначається висота хвилі прориву (створ 0), $H_{хв.0}$:

$$H_{хв.0} = 0,6 \cdot H - h_{\delta}, \text{ м.}$$

Час проходження хвилі прориву через створ (створ 0) зруйнованої греблі (час повного спорожнення водосховища) визначається за залежністю:

$$T_{хв0} = \frac{W_B \cdot A}{3600 \mu \cdot B \cdot H^2}, \text{ год,}$$

де A – коефіцієнт кривизни водоймища, для орієнтовного розрахунку приймається $A = 2$ [14, с.144];

μ – параметр, що характеризує форму русла річки в створі гідровузла.

Час добігання хвилі прориву до І-го створу визначається за залежністю:

$$t_I = \frac{l_I}{V_I}, \text{ год,}$$

де l_I – довжина І-ої ділянки річки, м;

V_I – швидкість руху хвилі прориву, км/год, на 1-ій ділянці; визначається за таблицею 4.1 залежно від характеристики русла й заплави та ухилу дна річки на певній ділянці.

Таблиця 4.1 – Середня швидкість руху хвилі прориву, V , км/год

Характеристика русла й заплави	$i = 0,01$	$i = 0,001$	$i = 0,0001$
На річках із широкими затопленими заплавами	4 – 8	1 – 3	0,5 – 1
На звилистих річках із зарослими або нерівними кам'янистими заплавами, з розширеннями та звуженнями заплав	8 – 14	3 – 8	1 – 2
На річках із добре розробленим руслом, з вузькими й середніми заплавами без великих опорів	14 – 20	8 – 12	2 – 5
На малозвилистих річках із крутими берегами й вузькими заплавами	24 – 18	12 – 16	5 – 10

Час добігання хвилі прориву до 2-го створу визначається за залежністю:

$$t_{II} = \frac{l_{II}}{V_{II}} + t_I, \text{ год},$$

де l_{II} – довжина 2-ої ділянки річки;

V_{II} – швидкість руху хвилі прориву на 2-ій ділянці; визначається за таблицею 4.1 залежно від характеристики русла й заплави та ухилу дна річки на певній ділянці.

Для визначення висоти хвилі прориву і часу проходження її через 1-ий створ визначається відношення $\frac{t_I}{T_{xв.0}}$ і за таблицею 4.2 визначається відношення $\frac{H_{xв.1}}{H_{xв.0}}$ та відношення $\frac{T_{xв.1}}{T_{xв.0}}$. Знаючи дійсні значення зазначених відношень визначаються висота хвилі в 1-ому створі та час проходження 1-го створу за залежностями:

$$H_{xв.1} = H_{xв.0} \cdot \frac{H_{xв.1}}{H_{xв.0}}, \text{ год} \quad \text{і} \quad T_{xв.1} = T_{xв.0} \cdot \frac{T_{xв.1}}{T_{xв.0}}, \text{ год},$$

Для отримання параметрів хвилі прориву (висоти хвилі прориву та часу її проходження) в подальших створах поступають аналогічним чином, користуючись таблицею 4.2 з урахуванням приміток до цієї таблиці.

За отриманими даними про хвилю прориву у всіх створах будується графік руху хвилі прориву.

Приклад 4.1 Унаслідок надзвичайної ситуації на річці повністю зруйнований гідровузол.

Характеристика водосховища й річки нижче гідровузла:

- об'єм водосховища W_B – 72 млн.м³;
- ширина водосховища перед дамбою B – 110 м;
- глибина водосховища перед гідровузлом H – 42 м;
- глибина річки нижче гідровузла h_6 – 3,2 м;

- форма (перетину) долини в створі гідровузла – параболічна;
- річка рівнинна з добре розробленим руслом, заплави вузькі, місцями середні, без великих опорів;
- на ділянці $l = 0 - 25$ км. $i = 0,0012$, далі $l = 25 - 45$ км, $i = 0,001$.

Таблиця 4.2 – Значення відносної висоти хвилі прориву й відносної тривалості її проходження в розрахунковому створі залежно від відносного часу проходження хвилі прориву між цими створами *

$\frac{t_I}{T_{хв.0}}$	$\frac{H_{хв. I}}{H_{хв.0}}$	$\frac{T_{хв. I}}{T_{хв.0}}$
0,00	1	1
0,1	0,9	1,1
0,25	0,8	1,3
0,4	0,7	1,5
0,55	0,6	1,6
0,7	0,5	1,7
0,95	0,4	1,9
1,25	0,3	2,2
1,5	0,3	2,6

* Примітки:

1. За великими значеннями $\frac{t_I}{T_{хв.0}}$ орієнтовно можна приймати $\frac{H_{хв. I}}{H_{хв.0}} = 0,3$, а $\frac{T_{хв. I}}{T_{хв.0}} = 2,6 - 3$.
2. Ці таблиці справедливі тільки для першого створу для визначення параметрів хвилі в другому створі $\frac{t_I}{T_{хв.0}}$ замінюється відношенням $\frac{t_{II}}{T_{хв. I} + t_I}$, а в третьому створі $\frac{t_{III}}{T_{хв. II} + t_I + t_{II}}$ тощо.

Необхідно визначити:

1. Параметри хвилі прориву на зазначеній ділянці.
2. Побудувати графік руху хвилі прориву.
3. Оцінити можливі наслідки затоплення.

Розв'язання

З урахуванням вихідних даних ділянку річки протяжністю 45 км доцільно розбити на дві розрахункові ділянки й три створи. Перша ділянка $l_I = 25$ км. ($i = 0,0012$) і друга $l_{II} = 20$ км. ($i = 0,001$). Перший створ – створ зруйнованої дамби (створ 0), другий створ – між 1-ою і 2-ою ділянками (створ I) і третій створ – в кінці другої ділянки (створ II).

Визначаємо параметри хвилі прориву в створі у разі повного руйнування гідровузла (створ 0):

Знаходимо висоту хвилі прориву, $H_{хв.0}$:

$$H_{хв.0} = 0,6 \cdot H - h_0 = 0,6 \cdot 42 - 3,2 = 22 \text{ м}$$

Далі визначається час проходження хвилі прориву через створ зруйнованого гідровузла (час повного спорожнення водосховища):

$$T_{хв.0} = \frac{W_{в.} \cdot A}{3600 \cdot \mu \cdot B \cdot H^2} = \frac{72000000 \cdot 2}{3600 \cdot 0,6 \cdot 110 \cdot 42 \cdot \sqrt{42}} = 2,22 \text{ год},$$

де A – коефіцієнт, що характеризує форму кривизни водосховища; для орієнтовного розрахунку приймаємо $A = 2$ [14, с.144];

μ – параметр, що характеризує форму русла річки в створі гідровузла; за параболічною формою русла в створі гідровузла коефіцієнт $\mu = 0,6$ [14, с. 145].

Час добігання хвилі прориву до другого створу, t_I , (створ I) визначається за залежністю [15, с. 63]:

$$t_I = \frac{l_I}{V_I} = \frac{25}{11} = 2,27 \text{ год},$$

де V_I – швидкість руху хвилі прориву, км/год, на 1-ій ділянці; для річки з добре розробленим руслом, з вузькими заплавами, без великих опорів за ухилом дна $i = 0,0012$ середня швидкість руху хвилі прориву на 1-ій ділянці за таблицею 4.1 дорівнює $V_I = 11$ км/год.

Далі визначається висота хвилі прориву в другому створі, $H_{хв. I}$, (створ 1). Для цього на початку знаходимо значення відношення часу добігання хвилі прориву до другого створу t_I до часу повного спорожнення водосховища, $T_{хв.0}$:

$$\frac{t_I}{T_{хв.0}} = \frac{2,27}{2,22} \approx 1,02.$$

Тепер за таблицею 4.2 знаходимо відповідні цьому відношенню $\frac{t_I}{T_{хв.0}} = 1,02$, використовуючи метод інтерполяції значення

відношень $\frac{H_{хв.I}}{H_{хв.0}} \approx 0,37$ і $\frac{T_{хв.I}}{T_{хв.0}} \approx 1,95$.

Тоді $H_{хв.I} = H_{хв.0} \cdot \frac{H_{хв.I}}{H_{хв.0}} = 22 \cdot 0,37 = 8,14 \text{ м}$

Тепер можна визначити час проходження хвилі прориву через другий створ (створ I). За таблицею 4.2, як зазначалося раніше, $\frac{T_{xв.I}}{T_{xв.0}} \approx 1,95$. тоді:

$$T_{xвI} = T_{xв0} \cdot \frac{T_{xв.I}}{T_{xв.0}} \approx 4,33 \text{ год.}$$

Далі визначаються параметри хвилі прориву під час її рух по другій розрахунковій ділянці та в третьому створі (створ II).

Час добігання хвилі прориву до третього створу (створ II) визначається з урахуванням протяжності розрахункової ділянки $l_{II} = 20$ км. (ухил дна річки $i = 0,001$).

На рівнинних річках з середніми заплавами без великих опорів за ухилом $i = 0,001$ за таблицею 4.1 середня швидкість руху хвилі становить $V_{II} \approx 9$ км/год. У цьому разі час добігання хвилі прориву від другого створу (створ I до третього створу (створ II) дорівнює:

$$t_{II} = \frac{l_{II}}{V_{II}} = \frac{20}{9} = 2,2 \text{ год.}$$

Для визначення висоти хвилі прориву в третьому створі (створ II) знаходимо значення відношення:

$$\frac{t_{II}}{T_{xвI} + t_I} = \frac{2,2}{4,33 + 2,27} \approx 0,33$$

Далі за величиною цього відношення $\frac{t_{II}}{T_{xвI} + t_I} \approx 0,33$ за таблицею 4.2

визначається $\frac{H_{xв.II}}{H_{xв.I}} \approx 0,73$. Тоді: $H_{xвII} = H_{xвI} \cdot \frac{H_{xв.II}}{H_{xв.I}} = 8,14 \cdot 0,73 = 5,94$ м

Наостанок визначається тривалість проходження хвилі прориву через третій створ (створ II) попередньо, знайшовши відношення $\frac{t_{II}}{T_{xв.I} + t_I} = 0,33$.

За цим відношенням за таблицею 4.2 знаходимо $\frac{T_{xв.II}}{T_{xв.I}} = 1,43$. Тоді ...

$$T_{xвII} = T_{xвI} \cdot \frac{T_{xв.II}}{T_{xв.I}} = 4,33 \cdot 1,43 = 6,2 \text{ год}$$

За даними, отриманими на підставі розрахунків, будується графік проходження хвилі прориву. До того ж, доцільно масштаб висоти хвилі прориву узяти більше на відміну від горизонтального масштабу подовжнього профілю річки.

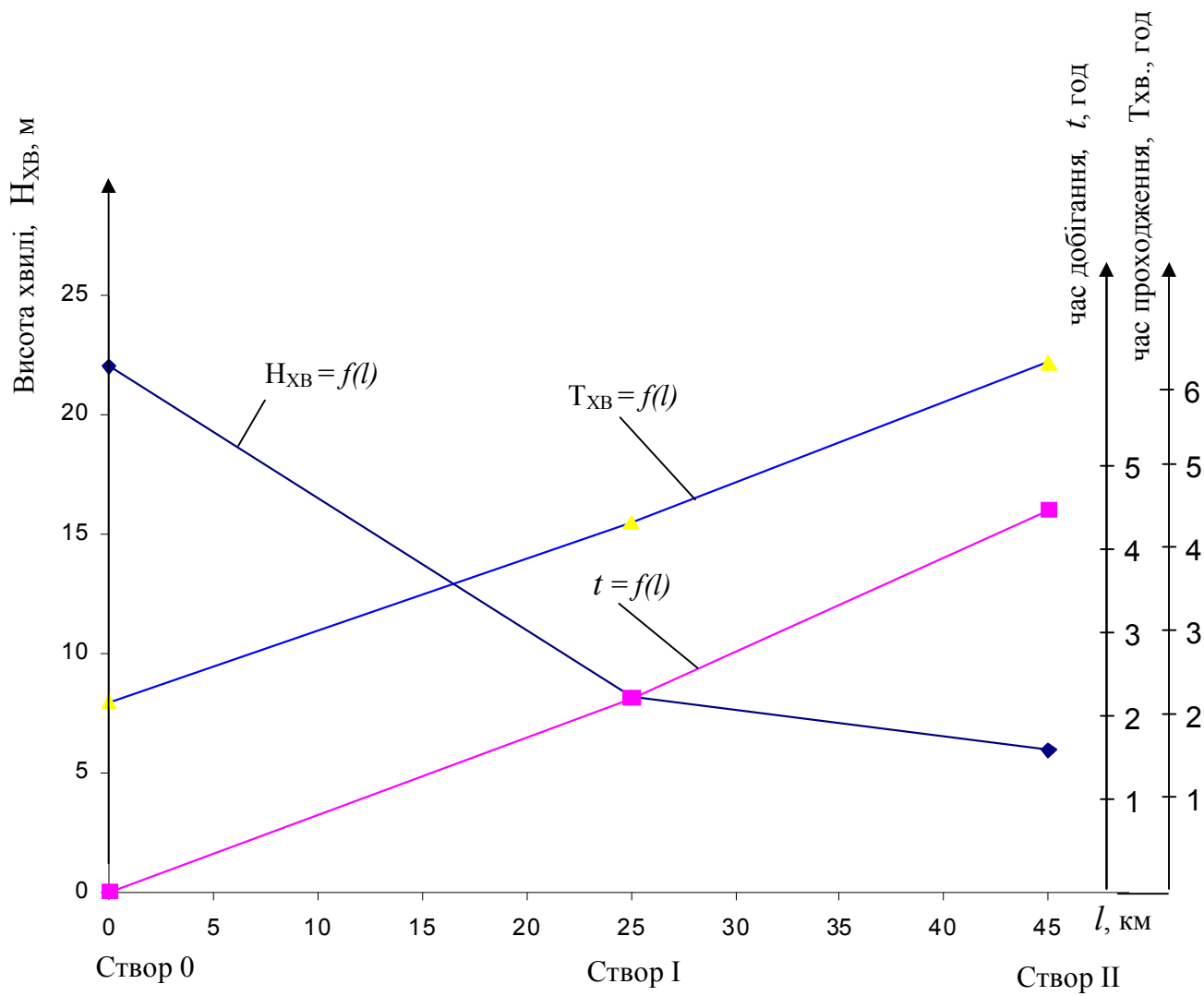


Рисунок 4.3 – Графік руху хвилі прориву

4.3 Оцінка можливих наслідків затоплення

Використовуючи побудований графік (рис. 4.3), визначається час, протягом якого можлива евакуація з населеного пункту, що обумовлено часом добігання хвилі прориву.

Для визначення зазначеного часу досить на графіку проходження хвилі прориву через точку з певною абсцисою (відстань від зруйнованого гідровузла до населеного пункту) провести вертикальну пряму до перетину з лінією часу добігання, t , хвилі прориву й на відповідній ординаті знайти час проходження її в певному створі. Аналогічно можна визначити також тривалість проходження хвилі прориву в будь-якому створі.

Межу можливого затоплення місцевості можна визначити, користуючись графіком проходження хвилі прориву. Для цього необхідно знати висоту хвиль у певному створі (ділянці) і поперечний розріз у цьому створі русла та заплавної частини річки.

Зазвичай починають визначення зони затоплення зі створу зруйнованого гідровузла, а потім послідовно зони затоплення визначаються у всіх розрахункових створах. У розрахункових створах до відміток рівня води в річці, h_0 , додається знята з графіка руху хвилі прориву висота останньої ($H_{хв.0}$, $H_{хв. I}$, $H_{хв. II}$ тощо). Отримані відмітки фіксуються за горизонталлю у відповідних створах згідно з топографічною картою місцевості на обох берегах річки. Ці точки місцевості знаходитимуться на рівні води під час проходження хвилі прориву, тобто на межі зони затоплення. Після того, як у всіх створах на обох берегах річки нанесені відмітки, вони з'єднуються пунктирною лінією, утворюючи зону затоплення.

Для точнішого визначення меж затоплення розрахункові створи доцільно вибирати якомога частіше.

Після нанесення меж затоплення з урахуванням масштабу визначається ширина затоплень.

Далі, користуючись графіком проходження хвилі прориву, можливо визначити час початку рятувальних робіт, кількість сил цивільного захисту, зокрема техніки, оцінку руйнувань у зонах затоплення.

Висновки

На практичних заняттях розглянуто основні положення і порядок розрахунку параметрів хвилі прориву у разі руйнування гідровузла, а також проведено аналіз й оцінку можливих наслідків аварії.

Питання для самоконтролю

1. Що належить до гідротехнічних споруд?
2. Від чого залежать масштаби наслідків аварій на гідротехнічних спорудах?
3. Що таке хвиля прориву та які її параметри?
4. Що таке поняття створу та як створи визначаються?
5. Що таке зона особливо небезпечного затоплення і зона небезпечного затоплення?
6. Які параметри хвилі прориву необхідно визначати під час оцінки інженерної обстановки?
7. Від чого залежить висота хвилі прориву в місці руйнування греблі (створ 0)?
8. Від чого залежить час проходження хвилі прориву через створ зруйнованої греблі (створ 0)?
9. Як визначається час проходження хвилі прориву між створами?
10. Як визначається висота хвилі прориву в певному створі?
11. Що таке графік руху хвилі прориву?
12. Методика оцінки можливих наслідків затоплення.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Стеблюк М. І. Цивільна оборона: підручник / М. І. Стеблюк. – Київ : Знання, 2006. – 487 с.
2. Шоботов В. М. Цивільна оборона : навч. посібник / В. М. Шоботов. – Київ : «Центр навчальної літератури», 2004. – 439 с.
3. Луценко М. М. Оцінка обстановки у надзвичайних ситуаціях : монографія / М. М. Луценко. – Харків : ХНАДУ, 2009. – 184 с.
4. Цивільна оборона : підручник / [Авт. кол. ; за ред. В. С. Франчука]. – Львів : Афіша, 2000. – 336 с.
5. Методика прогнозування наслідків виливу (викиду) небезпечних хімічних речовин при аваріях на промислових об'єктах і транспорті. – Київ : МНС, 2001. – (Нормативний документ МЧС України).
6. Губський А. І. Цивільна оборона : підручник / А. І. Губський. – Київ : Міністерство освіти, 1995. – 216 с.
7. Емельянов В. М. Защита населения и территорий в чрезвычайных ситуациях : [учебное пособие для высш. шк.] / В. М. Емельянов, В. Н. Коханов, П. А. Некрасов. – М. : Академический проект, 2007. – 496 с.
8. Журавлёв В. П. Защита населения и территорий в чрезвычайных ситуациях : [учебник] / В. П. Журавлёв, Л. С. Пушенко, А. М. Яковлев. – М. : Изд-во ассоциации строительных вузов, 2001. – 370 с.
9. Защитные сооружения гражданской обороны : СНиП II-11-77. – М. : ЦНТП Госстроя СССР, ч. 2 – 60 с.
10. Защита объектов народного хозяйства от оружия массового поражения : справочник / [Под ред. Г. П. Демиденко]. – Киев : Вища школа, 1989. – 287 с.
11. Оценка обстановки на объекте хозяйственной деятельности в чрезвычайных ситуациях техногенного характера: монографи / [Ю. В. Кулявец, О. И. Богатов, Г. И. Олейник, В. Н. Литвиненко]. – Харьков : ХНАДУ, 2008. – 312 с.
12. Защита объектов народного хозяйства от оружия массового поражения : справочник / [Под ред. Г. П. Демиденко]. – Киев : Вища школа, 1987. – 256 с.
13. Повышение устойчивости объектов народного хозяйства в военное время : учеб. пособие / [Г. П. Демиденко и др]; под ред. Г. П. Демиденко. – Киев : Вища школа, 1984. – 232 с.
14. Природні та техногенні загрози, оцінювання небезпек : навч. посібник / [В. А. Андропова та ін.]. – Харків : НУЦЗУ, 2011. – 264 с.
15. Гражданская оборона : учебник / [Авт. кол.; под ред. канд. техн. наук Е. П. Шубина]. – М. : «Просвещение», 1991. – 223 с.

ДОДАТКИ

Додаток А

Режими радіаційного захисту

Таблиця А.1 – Типові режими № 1 радіаційного захисту населення в умовах радіоактивного забруднення місцевості, яке мешкає в дерев'яних одноповерхових будинках з $K_{\text{посл}} = 2$ і використовується ПРУ з $K_{\text{посл}} = 40 - 50$

Зона забруднення	Рівень радіації через 1 год після вибуху, Р/год	Умовна назва режиму захисту	Загальна тривалість дотримання режиму, діб	Послідовність дотримання режиму захисту							3-й етап. Проживання в будинках із обмеженим перебуванням на відкритій місцевості до 1 год на добу, діб
				1-й етап. Укриття в ПРУ		2-й етап. Укриття в будинках і ПРУ			Зокрема тривалість перебування протягом доби, год		
				Тривалість перебування в укритті	Час і тривалість короткочасного виходу з ПРУ	Тривалість перебування в укритті, діб	у будинках	у ПРУ		На відкритій місцевості	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
А	25	1-А-1	1	4 год	–	–	–	–	–	1	
	50	1-А-2	2	12 год	–	–	–	–	–	1,5	
	80	1-А-3	4	24 год	–	1	10	13	1	2	
Б	100	1-Б-1	6	1,5 год	У кінці 1-ої доби на 1 год.	2	10	13	1	2,5	
	140	1-Б-2	8	2 доби	«←» «←»	3	9	14	1	3	
	180	1-Б-3	10	2,5 доби	У кінці 1-ої доби на 15–30 хв. у кінці 2-5 на 30-60 хв.	4	9	14	1	3,5	
	240	1-Б-4	15	3 доби		7	8	15	1	5	

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
В	300	1-В-1	25	5 діб	У кінці 1-ої доби на 15–30 хв, у кінці 2-5 діб на 30–60 хв.	10	6,5	17	0,5	10
	400	1-В-2	40	7 діб	У кінці 1-ої доби на 15 хв., після 2–7 діб на 30–60 хв.	13	5,5	18	0,5	20
	500	1-В-3	60	10 діб	У кінці 1–2 діб на 15 хв. 3–10 діб на 30–60 хв.	20	5,5	18	0,5	30

Додаток Б

Режими радіаційного захисту

Таблиця Б.1 – Типові режими № 2 радіаційного захисту населення в умовах радіоактивного забруднення місцевості, яке мешкає в кам'яних (цегляних) одноповерхових будинках із $K_{\text{посл}} = 10$ і використовує ПРУ з $K_{\text{посл}} = 50$

Зона забруднення	Рівень радіації через 1 год після вибуху, Р/год	Умовна назва режиму захисту	Загальна тривалість дотримання режиму, діб	Послідовність дотримання режиму захисту						
				1-й етап. Укриття в ПРУ		2-й етап. Укриття в будинках і ПРУ			Зокрема тривалість перебування протягом доби, год.	3-й етап. Проживання в будинках з обмеженим перебуванням на відкритій місцевості до 1 год на добу, діб
				Тривалість перебування в укритті	Час і тривалість короточасного виходу з ПРУ	Тривалість перебування в укритті, діб	у будинках	у ПРУ	на відкритій місцевості	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
А	25	2-А-1	1	4 год	–	–	–	–	–	2
	50	2-А-2	2	8 год 12 год.	–	–	–	–	–	1
	80	2-А-3	4		–	–	–	–	–	3,5
Б	100	2-Б-1	6	16 год 1 доба	-	–	–	–	–	5
	140	2-Б-2	8	та 1,5	-	1	12	10	2	6
	180	2-Б-3	10	доби 2	-	2	12	10	2	7,5
	240	2-Б-4	15	доби	У кінці 1-ої добы на 1 год	3	12	10	2	10

Продовження таблиці Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
В	300	2-В-1	20	3 доби	У кінці 1-ої доби на 30 хв., у кінці 2–3 діб	4	11	11	2	13
	400	2-В-2	30	4 доби	на 30–60 хв. У кінці 1-ої доби на 15 хв, у кінці 2–4 діб	5	11	12	1	21
	500	2-В-3	45	5 діб	на 30–60 хв У кінці 1-ої доби на 15 хв, у кінці 2–5 діб на 30 хв	7	9	14	1	33
	600	2-В-4	60	7 діб	У кінці 2–3 діб на 15 хв., у кінці 4–7 діб на 30 хв.	10	8,5	15	1	43
	800	2-В-5	75	9 діб	У кінці 3-ої доби на 15 хв, у кінці 4–9 діб на 30 хв.	14	6	17,5	1	52
Г	1000	2-Г-1	90	15 діб	У кінці 3–5 діб на 15 хв, у кінці 6–15 доби на 30 хв.	20	6	17,5	1	55

Додаток В

Режими радіаційного захисту

Таблиця В.1 – Типові режими № 3 радіаційного захисту населення в умовах радіаційного забруднення місцевості, яке мешкає в кам'яних багатоповерхових будинках із $K_{\text{посл.}} = 20$ і використовує ПРУ з $K_{\text{посл.}} = 200\text{--}400$

Зона забруднення	Рівень радіації через 1 год після вибуху, Р/год	Умовна назва режиму захисту	Загальна тривалість дотримання режиму, діб	Послідовність дотримання режиму захисту				
				1-ий етап. Укриття в ПРУ		2-ий етап. Наступне укриття в будинках		
				Тривалість укриття	Час і тривалість короткочасного виходу з ПРУ	Тривалість перебування в будинках з короткочасним виходом на відкриті місцевість	Зокрема тривалість перебування в продовж доби, год.	
							у будинках	на відкритій місцевості
А	25	3-А-1	1	до 2 год	–	1 доба	20	4
	50	3-А-2	1,5	3 год	–	1 доба	22	2
	80	3-А-3	2	4 год	–	1,5 доби	22	2
Б	100	3-Б-1	2,5	6 год	–	2 доби	22	2
	140	3-Б-2	3	8 год	–	2,5 доби	22	2
	180	3-Б-3	3,5	10 год	–	3 доби	22	2
	240	3-Б-4	4	12 год	–	3,5 доби	23	1
В	300	3-В-1	7	16 год	–	6 діб	23	1
	400	3-В-2	10	1 доба	У кінці доби на 30 хв	9 діб	23	1
	500	3-В-3	15	1,5 доби	У кінці доби на 15 хв	13,5 діб	23–23,5	0,5–1
	600	3-В-4	20	2 доби	У кінці 2-ї доби на 15 хв	18 діб	23	1
	800	3-В-5	30	3 доби	У кінці 3-ї доби на 15 хв.	27 діб	23–23,5	0,5–1
Г	1000	3-Г-1	40	4 доби	У кінці 3–4 діб на 15 хв.	36 діб	23–23,5	0,5–1

Додаток Г

Режими радіаційного захисту

Таблиця Г.1 – Типові режими № 4 радіаційного захисту робітників та службовців на ОГД, які мешкають у дерев'яних будинках із $K_{\text{посл}} = 2$ і використовує ПРУ з $K_{\text{посл}} = 20-50$

Зона забруднення	Рівень радіації через 1 год після вибуху, Р/год	Умовна назва режиму захисту	Загальна тривалість дотримання режиму захисту, діб	Послідовність дотримання режиму захисту		
				1-ий етап. Тривалість перебування в ПРУ (час припинення роботи об'єкта)	2-ий етап. Тривалість роботи об'єкта з використанням для відпочинку ПРУ, діб	3-й етап. Тривалість роботи об'єкта з обмеженим перебуванням людей на відкритій місцевості протягом кожної доби до 1-2 год., діб
А	25	4-А-1	1	до 2 год	–	1
	50	4-А-2	1	2 год	–	2
	80	4-А-3	4,5	6 год	–	4
Б	100	4-Б-1	6,5	8 год	1	5
	140	4-Б-2	8	12 год	1,5	6
	180	4-Б-3	10	16 год	2	7
	240	4-Б-4	15	1 доба	2	12
В	300	4-В-1	30	2 доби	3	25
	400	4-В-2	45	4 доби	5	36
	500	4-В-3	60	7 діб	8	45

Додаток Д

Режими радіаційного захисту

Таблиця Г.1 – Типові режими № 5 радіаційного захисту робітників та службовців на ОГД, які мешкають у кам'яних (цегляних) будинках із $K_{\text{посл}} = 10$ і використовує ПРУ з $K_{\text{посл}} = 50-100$

Зона забруднення	Рівень радіації через 1 год після вибуху, Р/год	Умовна назва режиму захисту	Загальна тривалість дотримання режиму захисту, діб	Послідовність дотримання режиму захисту		
				1-й етап. Тривалість перебування в ПРУ (час припинення роботи об'єкта)	2-й етап. Тривалість роботи об'єкта з використанням для відпочинку ПРУ, діб	3-й етап. Тривалість роботи об'єкта з обмеженим перебуванням людей на відкритій місцевості протягом кожної доби до 1-2 год, діб
А	25	5-А-1	0,5	2 год	-	0,4
	50	5-А-2	1	4 год	—	0,8
	80	5-А-3	2	5 год	—	1,8
Б	100	5-Б-1	3	6 год	—	2,7
	140	5-Б-2	5	9 год	—	4,6
	180	5-Б-3	7	12 год	1	5,5
	240	5-Б-4	10	16 год	1,5	8
В	300	5-В-1	15	1 доба	2	12
	400	5-В-2	25	1,5 доби	3	20,5
	500	5-В-3	35	2 доби	4	29
	600	5-В-4	45	3 доби	5	37
	800	5-В-5	60	5 діб	7	48
Г	1000	5-Г-1	75	7 діб	10	58

Додаток Е

Режими радіаційного захисту

Таблиця Е.1 – Типові режими № 6 радіаційного захисту робітників та службовців на ОГД, які мешкають у кам'яних (цегляних) будинках із $K_{\text{посл}} = 10$ і використовують ПРУ з $K_{\text{посл}} = 100\text{--}200$

Зона забруднення	Рівень радіації через 1 год після вибуху, Р/год	Умовна назва режиму захисту	Загальна тривалість дотримання режиму захисту, діб	Послідовність дотримання режиму		
				1-й етап. Тривалість безперервного перебування в ПРУ (час припинення роботи об'єкта)	2-й етап. Тривалість роботи об'єкта з використанням для відпочинку ПРУ, діб	3-й етап. Тривалість роботи об'єкта з обмеженим перебуванням людей на відкритій місцевості впродовж кожної доби до 1–2 год., діб
А	25	6-А-1	0,5	2 год	–	0,4
	50	6-А-2	1	3 год	–	0,8
	80	6-А-3	2	5 год	–	1,8
Б	100	6-Б-1	3	6 год	–	2,8
	140	6-Б-2	5	7 год	–	4,7
	180	6-Б-3	7	10 год	–	6,6
	240	6-Б-4	10	12 год	1	8,5
В	300	6-В-1	15	16 год	1,5	13
	400	6-В-2	25	1 доба	2	22
	500	6-В-3	35	1,5 доби	2,5	31
	600	6-В-4	45	2 доби	3	40
	800	6-В-5	60	3 доби	5	52
Г	1000	6-Г-1	75	4 доби	7	64

Додаток Ж

Режими радіаційного захисту

Таблиця Ж.1 – Типові режими № 7 радіаційного захисту робітників та службовців на ОГД, які мешкають у кам'яних (цеглиних) будинках із $K_{\text{посл}} = 10$ і використовують сховища з $K_{\text{посл}} = 1000$ і більше

Зона забруднення	Рівень радіації через 1 год. після вибуху, Р/год.	Умовна назва режиму захисту	Загальна тривалість дотримання режиму захисту, діб	Послідовність дотримання режиму захисту		
				1-й етап. Тривалість безперервного перебування в ПРУ (час припинення роботи об'єкта)	2-й етап. Тривалість роботи об'єкта з використанням для відпочинку ПРУ, діб	3-й етап. Тривалість роботи об'єкта з обмеженим перебуванням людей на відкритій місцевості впродовж кожної доби до 1–2 год., діб
А	25	7-А-	0,5	2 год	–	0,5
	50	7-А-	1	3 год	–	0,9
	80	7-А-3	2	4 год	–	1,6
Б	100	7-Б-1	3	5 год	–	2,6
	140	7-Б-2	3	6 год	–	4,8
	180	7-Б-3	7	7 год	–	6,7
	240	7-Б-4	10	8 год	1	8,6
В	300	7-В-	15	12 год	1,5	13
	400	7-В-	25	18 год	2	22
	500	7-В-	35	1 доба	2,5	31,5
	600	7-В-	45	1,5 доби	3	40,5
	800	7-В-5	60	2 доби	4	54
Г	1000	7-Г-1	75	3 доби	5	67
	1500	7-Г-2	100	5 діб	8	87
	2000	7-Г-3	125	8 діб	10	107
	3000	7-Г-4	180	12 діб	15	153

Додаток И

Режими радіаційного захисту

Таблиця И.1 – Режими ведення рятувальних й інших невідкладних робіт (реж. № 8) у зонах забруднення

	Рівень радіації через 1 год після ядерного вибуху, Р/год	Час початку ведення робіт від моменту вибуху $t_{\text{вх.}}$, та необхідна кількість змін „з” на 1 ^у добу при встановленній дозі, $D_{\text{вст}}$											
		$D_{\text{вст}} = 15 \text{ p}$			$D_{\text{вст}} = 25 \text{ p}$			$D_{\text{вст}} = 50 \text{ p}$			$D_{\text{вст}} = 100 \text{ p}$		
		$t_{\text{вх.}}$	Рівень радіації на час входу, Р/год	«З»	$t_{\text{вх.}}$	Рівень радіації на час входу, Р/год	«З»	$t_{\text{вх., год.}}$	Рівні радіації на час входу, Р/год	«З»	$t_{\text{вх., год.}}$	Рівні радіації на час входу, Р/год.	«З»
А	25 50 80	2 год	11	3	1 год	25	2-3	Без обмежень					
		3,9 год	9,8	4	2,3 год	1	2-3	Без обмежень					
		6,2 год	9,0	5	3,8 год	16,1	4	1,0 1,8	50 39,5	2-3 3	1,0	80	2
Б	100	7,7 год	8,6	5	4,7 год	15,6	5	2,3	36,8	4	1,0	100	3
	140	10,5 год	8,3	6	6,5 год	14,8	5	3,3	33,4	4	1,5	86	3
	180	13,0 год	8,1	7	8,3 год	14,2	6	4,3	31,3	5	2	78	4
	240	17,0 год	8,0	8	10,7 год	14,0	7	5,6	30,4	6	2,8	71	4
В	300	21,4 год	8,0	8	13,2 год	13,6	7	7,0	29,0	6	3,5	67	4
	400	1,1 доби	7,8	9	16,9 год	13,4	8	9,1	28,3	6	4,7	62	5
	500	1,3 доби	7,8	9	20,6 год	13,3	8	11,2	27,5	7	5,9	59	5
	600	1,6 доби	7,7	9	1,1 доби	13,2	8	14,1	27,3	7	7,3	56	5
	800	1,9 доби	7,7	10	1,3 доби	13,0	9	17	26,8	8	9	54	6
Г	1000	2,4 доби	7,7	10	1,6 доби	12,9	10	20,6	26,5	9	11,2	53	7

Додаток К

Розміри зони забруднення

Таблиця К.1 – Глибина розповсюдження хмари забрудненого повітря у разі аварії на ХНО та транспорті Г, км

Кількість ХНР, т	t ⁰ повітря, °С	Інверсія											
		Хлор						Аміак					
		швидкість вітру V _в , м/с											
		1	2	3	4	5	10	1	2	3	4	5	10
0,5	−20	2,65	1,65	1,45	1,30								
	0	2,85	1,85	1,55	1,40								
	+20	3,15	2,05	1,65	1,50								
1,0	−20	4,25	2,70	2,15	1,90			< 0,5					
	0	4,65	2,90	2,30	2,05								
	+20	4,80	3,00	2,40	2,10								
3,0	−20	8,35	5,10	3,95	3,35			1,15	0,80	0,65	0,55		
	0	8,75	5,30	4,15	3,50			1,25	0,85	0,70	0,60		
	+20	9,20	5,60	4,35	3,70			1,30	0,90	0,75	0,65		
5,0	−20	11,6	6,90	5,30	4,50			1,50	1,00	0,85	0,75		
	0	12,2	7,30	5,60	4,70			1,60	1,10	0,95	0,85		
	+20	12,8	7,60	5,80	4,90			1,65	1,15	1,00	0,90		
10	−20	17,7	10,4	7,90	6,60			2,30	1,50	1,20	1,05		
	0	18,5	10,9	8,30	6,90			2,45	1,55	1,30	1,15		
	+20	19,3	11,3	8,60	7,20			2,65	1,75	1,45	1,25		
20	−20	27,1	15,7	11,8	9,80			3,80	2,35	1,90	1,60		
	0	28,3	16,4	12,3	10,2			4,05	2,55	2,05	1,80		
	+20	29,7	17,2	12,9	10,7			4,30	2,70	2,15	1,90		
30	−20	35,0	20,1	15,0	12,4			4,90	3,05	2,40	2,10		
	0	36,7	21,0	15,7	12,9			5,25	3,25	2,60	2,25		
	+20	38,5	22,0	16,4	13,5			5,45	3,40	2,70	2,35		
50	−20	48,2	27,3	20,3	16,6			6,60	4,05	3,20	1,25		
	0	50,4	28,6	21,2	17,3			6,85	4,20	3,30	1,35		
	+20	52,9	30,0	22,1	18,1			7,20	4,40	3,45	2,45		
70	−20	59,9	33,7	24,8	20,3			8,10	4,95	3,85	3,25		
	0	62,6	35,2	25,9	21,1			8,45	5,15	4,00	3,40		
	+20	65,6	36,8	27,1	22,0			8,90	5,45	4,20	3,60		
100	−20	75,0	41,9	30,8	25,0			10,2	6,20	4,75	3,95		
	0	78,7	43,8	32,1	26,1			10,8	6,50	5,00	4,15		
	+20	82,2	45,9	33,6	27,2			11,3	6,75	5,20	4,35		
300	−20	149	81,6	59,2	47,8			20,1	11,8	9,00	7,40		
	0	156	85,4	61,9	49,9			21,0	12,4	9,30	7,70		
	+20	164	89,5	64,8	52,2			21,9	12,9	9,70	8,00		

Додаток Л

Розміри зони забруднення

Таблиця Л.1 – Глибина розповсюдження хмари забрудненого повітря у разі аварії на ХНО та транспорті Г, км

Кількість ХНР, т	$t^0_{\text{повітря,}}\text{ }^{\circ}\text{C}$	Ізотермія											
		Хлор						Аміак					
		швидкість вітру V_B , м/с											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0,5	-20	1,10	0,75	0,60	0,50	<0,5	<0,5						
	0	1,20	0,85	0,65	0,55	0,50	<0,5						
	+20	1,30	0,95	0,70	0,60	0,55	<0,5						
	+40	1,40	1,05	0,75	0,65	0,60	<0,5						
1,0	-20	1,65	1,10	0,95	0,85	0,75	0,60						
	0	1,75	1,20	1,00	0,90	0,80	0,65						
	+20	1,80	1,25	1,10	1,00	0,90	0,70						
	+40	1,90	1,35	1,20	1,10	1,00	0,75						
3,0	-20	3,30	2,10	1,70	1,50	1,30	1,00	< 0,5					
	0	3,70	2,30	1,90	1,65	1,50	1,15						
	+20	3,90	2,50	2,00	1,80	1,60	1,20						
	+40	4,05	2,60	2,05	1,85	1,70	1,25						
5,0	-20	4,70	2,95	2,35	2,05	1,90	1,40	< 0,5					
	0	5,05	3,15	2,60	2,20	2,00	1,45						
	+20	5,25	3,25	2,60	2,30	2,05	1,50						
	+40	5,45	3,40	2,65	2,35	2,15	1,55						

Продовження таблиці Л.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
10	-20	7,10	4,35	3,40	2,90	2,65	1,95	1,15	0,80	0,65	0,55	0,50	< 0,5
	0	7,35	4,50	3,50	3,05	2,75	2,05	1,25	0,85	0,70	0,60	0,55	< 0,5
	+20	7,80	4,75	3,70	3,20	2,90	2,15	1,30	0,90	0,75	0,65	0,60	< 0,5
	+40	8,10	4,95	3,85	3,30	3,00	2,20	1,35	0,95	0,85	0,70	0,65	0,50
20	-20	11,0	6,45	5,05	4,25	3,80	2,80	1,45	1,00	0,80	0,70	0,65	0,50
	0	11,6	6,75	5,35	4,50	4,00	2,95	1,55	1,10	0,90	0,75	0,70	0,55
	+20	12,1	7,10	5,55	4,70	4,15	3,05	1,60	1,35	0,95	0,80	0,75	0,60
	+40	12,6	7,35	5,75	4,90	4,30	3,15	1,65	1,20	1,00	0,85	0,80	0,65
30	-20	14,2	8,35	6,40	5,35	4,70	3,40	1,80	1,25	1,00	0,85	0,80	0,60
	0	14,8	8,75	6,70	5,60	4,90	3,60	1,95	1,30	1,10	0,95	0,85	0,65
	+20	15,5	9,15	6,95	5,80	5,10	3,70	2,05	1,40	1,20	1,00	0,90	0,70
	+40	16,1	9,45	7,20	6,00	5,25	3,85	2,25	1,50	1,25	1,10	1,00	0,75
50	-20	19,3	11,3	8,80	7,20	6,30	4,45	2,60	1,70	1,35	1,20	1,15	0,85
	0	20,2	11,8	9,15	7,50	6,55	4,65	2,75	1,80	1,45	1,30	1,20	0,90
	+20	21,1	12,4	10,0	7,80	6,80	4,80	3,00	1,95	1,60	1,40	1,30	0,95
	+40	22,0	12,9	9,90	8,05	7,05	5,00	3,15	2,05	1,65	1,45	1,35	1,00
70	-20	23,6	13,8	10,4	8,60	7,50	5,25	3,55	2,25	1,80	1,55	1,40	1,00
	0	24,7	14,3	10,8	8,90	7,80	5,45	3,70	2,35	1,90	1,65	1,50	1,10
	+20	26,0	15,1	11,3	9,30	8,15	5,70	3,85	2,40	1,95	1,70	1,55	1,15
	+40	27,0	15,6	11,7	9,65	8,40	5,90	3,95	2,50	2,00	1,75	1,60	1,20
100	-20	29,6	17,1	12,9	10,7	9,30	6,30	4,10	2,60	2,05	1,80	1,65	1,25
	0	30,9	17,9	13,4	11,1	9,65	6,55	4,45	2,80	2,25	1,90	1,80	1,30
	+20	32,5	18,7	14,0	11,6	10,1	6,85	4,60	2,90	2,30	2,00	1,85	1,35
	+40	33,7	19,4	14,5	12,0	10,4	7,05	4,80	3,00	2,40	2,10	1,90	1,40
300	-20	59,3	33,4	24,6	20,1	17,3	11,2	8,00	4,90	3,80	3,05	2,80	2,10
	0	62,0	34,9	25,7	20,9	18,0	11,7	8,35	5,10	4,00	3,20	3,00	2,15
	+20	65,0	36,5	26,8	21,9	18,8	12,2	8,85	5,40	4,20	3,25	2,95	2,20

Додаток М

Розміри зони забруднення

Таблиця М.1 – Глибина розповсюдження хмари забрудненого повітря у разі аварії на ХНО та транспорті Г, км

Кількість ХНР, т	t ⁰ _{повітря} , °C	Конвекція											
		Хлор						Аміак					
		швидкість вітру V _в , м/с											
		1	2	3	4	5	10	1	2	3	4	5	10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0,5	-20	< 0,5											
	0												
	+20												
	+40												
1,0	-20	0,65	0,50	<0,5	<0,5								
	0	0,75	0,60	0,50	<0,5								
	+20	0,80	0,65	0,55	<0,5								
	+40	0,90	0,70	0,60	0,50								
3,0	-20	1,65	1,10	0,90	0,80								
	0	1,80	1,20	1,00	0,85								
	+20	1,90	1,25	1,05	0,90								
	+40	2,00	1,35	1,10	0,95								
5,0	-20	2,25	1,45	1,20	1,10								
	0	2,40	1,55	1,35	1,20								
	+20	2,65	1,75	1,45	1,25								
	+40	2,85	1,85	1,55	1,35								
10	-20	3,80	2,30	1,80	1,60			< 0,5					
	0	4,05	2,55	2,05	1,80								
	+20	4,25	2,70	2,20	1,90								
	+40	4,40	2,75	2,20	1,95								
20	-20	5,80	3,55	2,80	2,40			< 0,5					
	0	6,05	3,75	2,90	2,50								
	+20	6,35	3,90	3,10	2,65								
	+40	6,60	4,05	3,15	2,75			0,60	< 0,5				
30	-20	7,30	4,45	3,45	3,00			0,95	0,65	0,50	< 0,5		
	0	7,60	4,65	3,60	3,10			1,05	0,75	0,50	< 0,5		
	+20	8,00	4,85	3,80	3,25			1,10	0,80	0,65	0,55		
	+40	8,35	5,05	3,90	3,40			1,20	0,90	0,70	0,60		

Продовження таблиці М.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
50	-20	10,2	6,10	4,75	3,95			1,40	0,95	0,75	0,70		
	0	10,7	6,40	4,95	4,15			1,45	1,00	0,80	0,75		
	+20	11,2	6,70	5,20	4,35			1,50	1,05	0,85	0,80		
	+40	11,7	7,00	5,35	4,50			1,55	1,10	0,90	0,85		
70	-20	12,4	7,40	5,70	4,80			1,60	1,10	0,90	0,80		
	0	13,0	7,80	5,95	5,00			1,70	1,20	0,95	0,85		
	+20	13,7	8,15	6,20	5,25			1,80	1,25	1,00	1,90		
	+40	14,1	8,40	6,40	5,40			1,90	1,30	1,05	0,95		
100	-20	15,4	9,10	7,00	5,80			2,10	1,30	1,10	0,95		
	0	16,1	9,50	7,25	6,05			2,20	1,40	1,20	1,05		
	+20	16,8	9,90	7,50	6,30			2,30	1,50	1,25	1,10		
	+40	17,5	10,3	7,80	6,50			2,45	1,60	1,35	1,15		
300	-20	30,4	17,6	13,2	11,0			4,20	2,70	2,10	1,90		
	0	31,9	18,4	13,8	11,4			4,55	2,90	2,30	2,00		
	+20	33,4	19,3	14,4	11,9			4,75	3,00	2,40	2,00		
	+40	34,7	20,0	14,9	12,3			4,90	3,10	2,50	2,20		

Додаток Н

Розміри зони забруднення

Таблиця Н.1 – Глибина розповсюдження хмари забрудненого повітря у разі аварії на ХНО та транспорті Г, км

Кількість ХНР, т	$t^0_{\text{повітря, } ^\circ\text{C}}$	Інверсія											
		Сірчаний ангідрид						Сірководень					
		Швидкість вітру V_B , м/с											
		1	2	3	4	5	10	1	2	3	4	5	10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0,5	−20	1,35	0,95	0,75	0,65								
	0	1,45	1,00	0,80	0,70								
	+20	1,55	1,10	0,90	0,80								
1,0	−20	1,95	1,25	1,05	0,95			< 0,5					
	0	2,10	1,40	1,15	1,00								
	+20	2,30	1,50	1,25	1,10								
3,0	−20	3,85	2,40	1,90	1,70			0,95	0,65	0,50	< 0,5		
	0	4,40	2,70	2,20	1,90			1,05	0,75	0,60	< 0,5		
	+20	4,85	3,05	2,40	2,10			1,10	0,80	0,65	0,55		
5,0	−20	5,20	3,20	2,50	2,15			1,40	0,95	0,80	0,70		
	0	5,85	3,60	2,80	2,45			1,50	1,05	0,85	0,75		
	+20	6,45	3,95	3,10	2,70			1,60	1,10	0,90	0,80		
10	−20	7,85	4,75	3,70	3,10			2,25	1,50	1,20	1,10		
	0	9,25	5,65	4,35	3,70			2,50	1,65	1,30	1,20		
	+20	9,90	6,00	4,65	3,90			2,60	1,70	1,40	1,25		
20	−20	12,2	7,25	5,50	4,60			3,80	2,40	1,95	1,75		
	0	14,1	8,35	6,5	5,30			3,95	2,50	2,05	1,80		
	+20	15,2	8,95	6,80	5,70			4,05	2,55	2,10	1,85		
30	−20	15,4	9,10	6,80	5,75			4,80	3,00	2,40	2,20		
	0	18,1	10,6	8,10	6,75			5,00	3,10	2,50	2,30		
	+20	19,4	11,4	8,60	7,20			5,10	3,20	2,55	2,35		
50	−20	21,2	12,4	9,25	7,65			6,35	3,90	3,05	2,65		
	0	24,7	14,3	10,8	9,00			6,70	4,10	3,20	2,80		
	+20	26,4	15,3	11,5	9,50			6,95	4,25	3,30	2,90		
70	−20	26,2	15,2	11,4	9,40			7,75	4,75	3,70	3,20		
	0	30,8	17,8	13,3	11,0			8,20	5,00	3,85	3,35		
	+20	32,9	19,0	14,2	11,7			8,40	5,10	3,95	3,40		
100	−20	32,9	18,9	14,0	11,6			9,80	5,95	4,60	3,95		
	0	38,4	21,9	16,4	13,5			10,3	6,25	4,80	4,10		
	+20	41,1	23,5	17,5	14,3			10,6	6,40	4,90	4,20		
300	−20	66,1	37,0	27,1	21,8			19,0	11,2	8,50	7,10		
	0	76,9	43,0	31,5	25,2			21,0	11,8	8,90	7,45		
	+20	82,2	45,9	33,6	26,8			20,7	12,2	9,15	7,65		

Додаток П

Розміри зони забруднення

Таблиця П.1 – Глибина розповсюдження хмари забрудненого повітря у разі аварії на ХНО та транспорті Г, км

Кількість ХНР, т	t ⁰ повітря, °С	Ізотермія																	
		Сірчаний ангідрид						Сірководень											
		Швидкість вітру Vв, м/с																	
		1	2	3	4	5	10	1	2	3	4	5	10						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14						
0,5	–20																		
	0																		
	+20																		
	+40																		
1,0	–20	0,60	< 0,5																
	0	0,70																	
	+20	0,75																	
	+40	0,80																	
3,0	–20	1,60	1,05	0,85	0,75	0,70	0,50												
	0	1,70	1,15	0,95	0,85	0,75	0,55												
	+20	1,80	1,25	1,05	0,90	0,80	0,60												
	+40	1,90	1,30	1,10	1,00	0,85	0,65												
5,0	–20	2,10	1,35	1,15	1,00	0,90	0,70	< 0,5											
	0	2,40	1,50	1,30	1,10	1,05	0,80												
	+20	2,60	1,65	1,40	1,20	1,10	0,85												
	+40	2,70	1,75	1,45	1,30	1,20	0,90												
10	–20	3,35	2,10	1,70	1,50	1,35	1,00	0,65	< 0,5										
	0	3,70	2,35	1,90	1,60	1,50	1,10	0,70											
	+20	4,10	2,55	2,10	1,85	1,60	1,20	0,75											
	+40	4,30	2,70	2,20	1,95	1,75	1,30	0,80											
20	–20	4,80	3,05	2,40	2,10	1,90	1,40	1,35	0,95	0,75	0,65	0,60	< 0,5						
	0	5,60	3,50	2,70	2,35	2,10	1,60	1,40	1,05	0,80	0,70	0,65	< 0,5						
	+20	6,15	3,75	2,95	2,55	2,30	1,75	1,55	1,10	0,85	0,75	0,70	0,50						
	+40	6,40	3,95	3,10	2,70	2,40	1,80	1,65	1,15	0,90	0,80	0,75	0,55						

Продовження таблиці П.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
30	-20	6,20	3,80	2,95	2,50	2,30	1,70	1,70	1,15	0,95	0,85	0,75	0,55
	0	7,20	4,40	3,45	2,95	2,65	2,00	1,90	1,30	1,05	0,95	0,85	0,60
	+20	7,70	4,75	3,65	3,15	2,85	2,15	2,00	1,35	1,10	1,00	0,90	0,65
	+40	8,15	4,95	3,85	3,30	3,00	2,25	2,10	1,40	1,15	1,05	0,95	0,70
50	-20	8,60	5,25	4,05	3,40	3,05	2,25	2,35	1,65	1,35	1,20	1,10	0,80
	0	10,2	6,00	4,70	3,95	3,55	2,65	2,75	1,80	1,45	1,30	1,20	0,85
	+20	10,9	6,30	5,00	4,20	3,75	2,80	2,85	1,85	1,50	1,35	1,25	0,90
	+40	11,4	6,65	5,25	4,40	3,95	2,95	2,85	1,85	1,50	1,35	1,25	0,90
70	-20	10,9	6,35	4,85	4,10	3,55	2,70	3,20	2,10	1,70	1,50	1,40	1,05
	0	12,4	7,40	5,70	4,75	4,20	3,10	3,40	2,20	1,80	1,60	1,45	1,10
	+20	13,3	8,00	6,10	5,10	4,50	3,35	3,50	2,25	1,85	1,65	1,50	1,15
	+40	14,0	8,30	6,35	5,35	4,70	3,45	3,60	2,30	1,90	1,70	1,55	1,20
100	-20	13,2	7,80	5,90	4,95	4,30	3,15	4,10	2,60	2,10	1,85	1,70	1,25
	0	15,3	9,05	6,90	5,75	5,05	3,70	4,30	2,70	2,15	1,90	1,75	1,30
	+20	16,4	9,70	7,35	6,15	5,40	3,95	4,40	2,75	2,20	1,95	1,80	1,35
	+40	17,2	10,1	7,65	6,40	5,60	4,10	4,50	2,80	2,25	2,00	1,85	1,40
300	-20	25,9	12,6	11,3	9,30	8,05	5,50	7,65	4,70	3,65	3,05	2,85	2,10
	0	30,5	17,6	13,2	10,9	9,45	6,45	8,15	4,95	3,85	3,20	3,00	2,20
	+20	32,6	18,8	14,0	11,6	10,1	6,90	8,35	5,05	3,95	3,30	3,05	2,25
	+40	34,2	19,7	14,7	12,1	10,5	7,15	8,55	5,20	4,00	3,35	3,10	2,30

Додаток Р

Розміри зони забруднення

Таблиця Р.1 – Глибина розповсюдження хмари забрудненого повітря у разі аварії на ХНО та транспорті, Г, км

Кількість ХНР _т	t ⁰ _{повітря} , °C	Конвекція																													
		Сірчаний ангідрид						Сірководень																							
		Швидкість вітру V _в , м/с																													
		1	2	3	4	5	10	1	2	3	4	5	10																		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14																		
0,5	−20																														
	0																														
	+20																														
	+40																														
1,0	−20	< 0,5																													
	0																														
	+20																														
	+40																														
3,0	−20	0,65	< 0,5																												
	0	0,75																													
	+20	0,80																													
	+40	0,85																													
5,0	−20	1,20	0,85	0,70	0,55																										
	0	1,30	0,95	0,75	0,65																										
	+20	1,40	1,00	0,80	0,70																										
	+40	1,45	1,05	0,85	0,75																										
10	−20	1,70	1,15	0,95	0,85																										
	0	1,90	1,25	1,05	0,95																										
	+20	2,00	1,35	1,10	0,95																										
	+40	2,10	1,45	1,15	1,00																										
20	−20	2,60	1,70	1,40	1,25																										
	0	3,00	1,90	1,60	1,40																										
	+20	3,20	2,05	1,70	1,50																										
	+40	3,50	2,25	1,85	1,65																										
30	−20	3,40	2,00	1,70	1,60																					0,70	0,50	< 0,5	< 0,5		
	0	3,80	2,30	1,90	1,75																					0,80	0,60	0,50	< 0,5		
	+20	4,20	2,65	2,10	1,85																					0,85	0,65	0,55	< 0,5		
	+40	4,45	2,80	2,25	1,95																					0,90	0,70	0,60	0,55		

Продовження таблиці Р.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
50	-20	4,65	2,85	2,25	2,00			1,30	0,90	0,75	0,65		
	0	5,10	3,20	2,50	2,20			1,40	1,00	0,80	0,75		
	+20	5,70	3,50	2,75	2,40			1,75	1,05	0,85	0,75		
	+40	6,00	3,65	2,90	2,50			1,50	1,10	0,90	0,80		
70	-20	5,50	3,35	2,65	2,25			1,50	1,00	0,80	0,70	20	5,50
	0	6,30	3,85	3,00	2,60			1,65	1,10	0,90	0,80	0	6,30
	+20	6,85	4,20	3,30	2,80			1,75	1,20	1,00	0,85	20	6,85
	+40	7,20	4,40	3,40	2,95			1,85	1,25	1,05	0,90	40	7,20
100	-20	6,80	4,10	3,20	2,75			2,00	1,30	1,10	0,90		
	0	7,95	4,85	3,75	3,20			2,15	1,40	1,15	1,05		
	+20	8,50	5,20	4,00	3,40			2,25	1,50	1,20	1,10		
	+40	9,00	5,45	4,25	3,60			2,35	1,55	1,30	1,15		
300	-20	13,5	8,00	6,05	5,05			4,20	2,65	2,15	1,90		
	0	15,7	9,25	7,05	5,90			4,40	2,75	2,20	1,95		
	+20	16,9	9,90	7,55	6,30			4,50	2,80	2,25	2,00		
	+40	17,6	10,4	7,85	6,55			4,60	2,90	2,30	2,05		

Додаток С

Розміри зони забруднення

Таблиця С.1–Глибина розповсюдження хмари забрудненого повітря у разі аварії на ХНО та транспорті Г, км

Кількість ХНР, т	t° повіт, $^{\circ}\text{C}$	Інверсія												
		Сірковуглець						Соляна кислота						
		Швидкість вітру $V_{\text{в}}$, м/с												
		1	2	3	4	5	10	1	2	3	4	5	10	
0,5	–20							< 0,5						
	0													
	+20							1,35	0,95	0,75	0,65			
1,0	–20	< 0,5						< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5			
	0							1,25	0,95	0,85	0,75			
	+20							1,95	1,25	1,05	0,95			
3,0	–20	< 0,5						1,25	0,95	0,80	0,75			
	0							2,15	1,60	1,50	1,40			
	+20							3,90	2,45	1,95	1,70			
5,0	–20	< 0,5	< 0,5						1,55	1,45	1,05	1,00		
	0	< 0,5							3,05	2,20	1,95	1,85		
	+20	0,60							5,25	3,20	2,50	2,20		
10	–20	< 0,5	< 0,5						2,30	1,75	1,60	1,50		
	0	0,60							4,65	3,20	2,75	2,55		
	+20	1,30	0,90	0,75	0,65			7,95	4,85	3,75	3,15			
20	–20	0,60	< 0,5	< 0,5	< 0,5			3,60	2,60	2,25	2,10			
	0	1,30	0,95	0,85	0,80			6,80	4,80	4,15	3,75			
	+20	1,80	1,20	1,00	0,85			12,3	7,30	5,55	4,65			
30	–20	1,15	0,85	0,75	0,70			4,65	3,20	2,75	2,55			
	0	1,55	1,15	1,05	0,95			8,75	6,10	5,25	4,70			
	+20	2,25	1,50	1,25	1,10			15,6	9,20	7,00	5,80			
50	–20	1,40	1,05	0,95	0,90			6,10	4,25	3,70	3,35			
	0	2,05	1,55	1,40	1,35			12,2	8,20	6,95	6,30			
	+20	3,25	2,05	1,65	1,45			21,5	12,5	9,35	7,75			
70	–20	1,65	1,25	1,15	1,10			7,50	5,35	4,50	4,10			
	0	2,55	1,90	1,70	1,55			14,8	10,1	8,45	7,55			
	+20	3,90	2,45	1,95	1,70			26,5	15,4	11,5	9,50			
100	–20	2,05	1,55	1,40	1,35			9,50	6,50	5,55	5,10			
	0	3,25	2,30	2,05	1,90			18,7	12,4	10,4	9,35			
	+20	4,85	3,00	2,35	2,05			33,3	19,1	14,2	11,7			
300	–20	4,10	2,90	2,45	2,30			18,7	12,4	10,4	9,35			
	0	6,00	4,20	3,65	3,30			37,1	24,2	21,1	17,8			
	+20	9,40	5,65	4,35	4,60			66,9	37,5	27,5	22,3			

Додаток Т

Розміри зони забруднення

Таблиця Т.1 – Глибина розповсюдження хмари забрудненого повітря у разі аварії на ХНО та транспорті, Г, км

Кількість ХНР, т	$t^{\circ}\text{C}$ поітря,	Ізотермія											
		Сірковуглець						Соляна кислота					
		Швидкість вітру $V_{\text{в}}$, м/с											
1	2	3	4	5	10	1	2	3	4	5	10		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0,5	-20							< 0,5					
	0												
	+20												
	+40												
1,0	-20							<0,5	< 0,5				
	0							0,60					
	+20							0,70	0,50	< 0,5			
	+40												
3,0	-20							<0,5	<0,5				
	0							0,70	0,50				
	+20							1,60	1,05	0,90	0,80	0,70	0,55
	+40							1,70	1,10	0,95	0,80	0,75	0,55
5,0	-20	< 0,5						0,80	0,70	0,60	0,55	0,50	<0,5
	0							1,30	1,00	0,90	0,85	0,80	0,60
	+20							2,15	1,20	1,15	1,00	0,90	0,70
	+40							2,25	1,45	1,20	1,05	0,95	0,75
10	-20	< 0,5						1,15	0,90	0,75	0,70	0,65	0,60
	0							1,85	1,35	1,30	1,25	1,20	0,90
	+20							3,35	2,10	1,70	1,50	1,35	1,00
	+40							3,55	2,20	1,80	1,55	1,40	1,05
20	-20	< 0,5						1,50	1,10	1,00	0,95	0,95	0,90
	0							2,90	2,10	1,85	1,75	1,70	1,30
	+20							5,05	3,10	2,40	2,05	1,90	1,40
	+40	0,60	< 0,5					5,30	3,25	2,50	2,20	2,00	1,50
30	-20	< 0,5						1,85	1,40	1,30	1,25	1,20	1,10
	0							3,70	2,65	2,30	2,10	2,05	1,50
	+20	0,80	0,60	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	6,30	3,85	3,00	2,55	2,30	1,75
	+40	1,00	0,70	0,55	0,50	<0,5	<0,5	6,65	4,05	3,15	2,70	2,40	1,85

Продовження таблиці Т.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
50	-20	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	2,55	1,90	1,70	1,60	1,55	1,40
	0	0,65	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	5,00	3,45	2,95	2,75	2,65	2,05
	+20	1,35	0,95	0,75	0,70	0,60	0,45	8,75	4,50	4,10	3,40	3,05	2,30
	+40	1,45	1,00	0,85	0,75	0,65	0,50	9,35	5,60	4,30	3,60	3,20	2,40
70	-20	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	2,20	2,25	2,00	1,90	1,80	1,65
	0	1,00	0,70	0,55	0,50	<0,5	<0,5	5,95	4,20	3,60	3,35	3,20	2,40
	+20	1,60	1,05	0,90	0,80	0,70	0,55	10,7	6,40	4,90	4,10	3,60	2,70
	+40	1,70	1,15	0,95	0,85	0,75	0,60	11,4	6,80	5,25	4,35	3,75	2,85
100	-20	0,65	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	3,90	2,80	2,40	2,25	2,15	2,05
	0	1,35	1,00	0,90	0,85	0,80	0,60	7,45	5,30	4,45	4,05	3,80	2,85
	+20	1,95	1,30	1,05	0,90	0,85	0,65	12,4	7,90	6,00	5,00	4,20	3,20
	+40	2,10	1,40	1,15	1,05	0,95	0,70	14,1	8,30	6,35	5,25	4,50	3,40
300	-20	1,65	1,25	1,15	1,10	1,05	1,00	7,45	5,30	4,45	4,05	3,80	3,50
	0	2,50	1,90	1,70	1,60	1,55	1,05	14,7	10,0	8,40	7,50	7,00	4,95
	+20	3,90	2,40	1,95	1,70	1,55	1,15	26,3	15,2	11,5	9,45	8,20	5,60
	+40	4,25	2,65	2,10	1,90	1,70	1,25	28,0	16,2	12,2	9,95	8,45	5,90

Додаток У

Розміри зони забруднення

Таблиця У.1 – Глибина розповсюдження хмари забрудненого повітря у разі аварії на ХНО та транспорті, Г, км

Кількість ХНР, т	t° повітря, $^{\circ}\text{C}$	Конвекція											
		Сірковуглець						Соляна кислота					
		Швидкість вітру $V_{\text{в}}$, м/с											
		1	2	3	4	5	10	1	2	3	4	5	10
1	2	3						4	5	6	7	8	9
0,5	−20												
	0												
	+20												
	+40												
1,0	−20												
	0												
	+20												
	+40												
3,0	−20							< 0,5					
	0												
	+20							0,65	0,65	0,65	0,65		
	+40							0,75	0,75	0,75	0,75		
5,0	−20							< 0,5					
	0												
	+20							1,20	+20		1,20		
	+40							1,30	+40		1,30		
10	−20							< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5		
	0												
	+20							0,95	0,65	0,50	< 0,5		
	+40							1,70	1,15	0,95	0,85		
								1,80	1,20	1,00	1,90		
20	−20							0,55	< 0,5	< 0,5	< 0,5		
	0							1,50	1,15	1,05	1,00		
	+20							2,65	1,70	1,40	1,25		
	+40							2,85	1,80	1,50	1,35		
30	−20							1,00	0,85	0,75	0,65		
	0							1,90	1,45	1,30	1,25		
	+20							3,50	2,20	1,75	1,55		
	+40							3,65	2,25	1,80	1,60		

Продовження таблиці У.1

1	2	3					4	5	6	7	8	9
50	-20						1,40	1,05	0,95	0,90		
	0						2,60	2,00	1,75	1,65		
	+20						4,70	2,90	2,30	2,00		
	+40						5,00	3,00	2,35	2,05		
70	-20	< 0,5					1,70	1,30	1,10	1,05		
	0						3,30	2,35	2,05	1,95		
	+20	0,65	< 0,5	< 0,5	< 0,5		5,60	3,40	2,65	2,30		
	+40	0,80	0,55	< 0,5	< 0,5		5,90	3,60	2,80	2,40		
100	-20	<0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5		2,00	1,50	1,40	1,30		
	0	0,50	< 0,5	< 0,5	< 0,5		4,00	2,90	2,45	2,25		
	+20	1,00	0,70	0,55	<0,5		6,90	4,20	3,30	2,80		
	+40	1,25	0,90	0,70	0,60		7,30	4,45	3,5	2,90		
300	-20	1,00	0,85	0,70	0,65		4,00	2,90	2,45	2,25		
	0	1,40	1,05	0,95	0,90		7,70	5,45	4,60	4,20		
	+20	2,00	1,30	1,10	0,95		13,7	8,10	6,20	5,10		
	+40	2,20	1,50	1,15	1,05		14,5	8,50	6,50	5,40		

Додаток Ф

Розміри зони забруднення

Таблиця Ф.1 – Глибина розповсюдження хмари забрудненого повітря у разі аварії на ХНО та транспорті, Г, км

Кількість ХНР, т	t° повітря, С	Інверсія											
		Хлорпікрин						Формальдегід					
		Швидкість вітру V_B , м/с											
		1	2	3	4	5	10	1	2	3	4	5	10
0,5	-20	1,30	0,95	0,87	0,80			2,65	1,70	1,40	1,25		
	0	2,35	1,75	1,60	1,50			2,90	2,00	1,60	1,40		
	+20	5,00	3,45	2,95	2,70			3,25	2,10	1,70	1,50		
1,0	-20	1,85	1,35	1,20	1,15			4,10	2,75	2,15	1,90		
	0	3,65	2,60	2,25	2,10			4,65	3,15	2,45	2,15		
	+20	7,40	5,25	4,45	4,05			4,90	3,25	2,60	2,25		
3,0	-20	3,70	2,60	2,25	2,10			7,75	4,70	3,65	3,10		
	0	6,90	4,90	4,20	3,80			8,85	5,40	4,20	3,55		
	+20	14,7	9,95	8,35	7,45			9,45	5,75	4,45	3,80		
	+40	28,6	18,9	15,7	13,9			9,90	6,00	4,65	3,95		
5,0	-20	5,00	3,45	2,95	2,75			10,8	6,40	4,90	4,10		
	0	9,70	6,65	5,60	5,05			12,3	7,35	5,65	4,75		
	+20	20,2	13,4	11,3	10,1			13,1	7,80	6,00	5,00		
10	-20	7,40	5,25	4,45	4,05			16,4	9,60	7,30	6,00		
	0	14,7	9,95	8,35	7,45			18,7	11,0	8,35	6,95		
	+20	31,3	20,7	17,0	15,2			19,7	11,6	8,80	7,30		
20	-20	11,5	7,60	6,55	5,95			25,1	14,6	10,9	9,00		
	0	22,5	15,1	12,6	11,3			28,5	16,5	12,4	10,2		
	+20	48,2	31,5	25,9	22,9			30,4	17,6	13,2	10,8		
30	-20	14,7	9,95	8,35	7,45			32,7	18,7	14,0	11,4		
	0	29,3	19,3	16,0	14,2			37,1	21,3	15,9	13,0		
	+20	62,6	40,5	32,8	28,5			39,4	22,5	16,8	13,7		
50	-20	20,2	13,4	11,3	10,2			44,9	25,4	21,6	17,5		
	0	40,3	26,4	21,8	19,3			50,9	28,9	24,2	19,6		
	+20	86,0	54,1	43,9	38,8			54,1	30,7	25,4	20,6		
70	-20	24,8	16,7	13,8	12,4			55,8	31,4	23,1	18,7		
	0	49,8	32,5	26,7	23,6			63,1	35,6	26,2	21,3		
	+20	105	66,9	54,9	48,8			67,1	37,7	27,8	22,5		
100	-20	31,3	20,7	17,0	15,2			69,9	39,1	28,7	23,1		
	0	62,6	40,5	32,8	28,5			79,2	44,3	32,5	26,3		
	+20	133	86,0	69,1	60,5			84,2	47,0	34,5	27,8		
300	-20	62,6	40,5	32,8	28,5			139	76,1	55,6	44,4		
	0	123	79,6	65,0	56,6			158	86,3	62,9	50,3		
	+20	276	175	137	119			168	91,6	66,7	53,3		

Додаток Х

Розміри зони забруднення

Таблиця Х.1 – Глибина розповсюдження хмари забрудненого повітря у разі аварії на ХНО та транспорті Г, км

Кількість ХНР, т	t° повітря, °C	Ізотермія											
		Хлорпикрин						Формальдегід					
		Швидкість вітру Vв, м/с											
		1	2	3	4	5	10	1	2	3	4	5	10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0,5	−20	< 0,5						1,10	0,80	0,70	0,60	0,55	0,40
	0	1,00	0,85	0,75	0,70	0,65	0,60	1,20	0,90	0,80	0,70	0,60	0,45
	+20	2,00	1,50	1,35	1,30	1,25	1,20	1,25	0,95	0,85	0,75	0,65	0,50
	+40	3,90	2,80	2,40	2,20	2,10	2,05	1,30	1,00	0,90	0,80	0,70	0,55
1,0	−20	0,80	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50	1,65	1,10	0,90	0,80	0,70	0,55
	0	1,50	1,10	1,00	0,95	0,90	0,85	1,85	1,25	1,00	0,90	0,80	0,60
	+20	3,20	2,25	2,00	1,90	1,80	1,65	1,95	1,30	1,10	0,95	0,85	0,65
	+40	5,80	4,05	3,50	3,25	3,10	2,85	2,05	1,40	1,15	1,00	0,90	0,70
3,0	−20	1,50	1,10	1,00	0,95	0,90	0,85	3,30	2,10	1,70	1,50	1,35	1,00
	0	2,95	2,10	1,85	1,80	1,70	1,55	3,70	2,40	1,95	1,70	1,50	1,15
	+20	5,90	4,10	3,55	3,30	3,15	2,90	4,00	2,60	2,10	1,85	1,65	1,20
	+40	11,5	7,85	6,55	5,95	5,60	4,95	4,20	2,70	2,20	1,90	1,70	1,25
5,0	−20	2,00	1,50	1,40	1,35	1,30	1,20	4,45	2,80	2,20	1,90	1,75	1,30
	0	4,00	2,85	2,45	2,25	2,15	2,05	5,10	3,25	2,55	2,20	2,05	1,50
	+20	8,15	5,70	4,80	4,40	4,10	3,80	5,35	3,40	2,70	2,35	2,15	1,60
	+40	15,6	10,7	8,85	7,95	7,40	6,40	5,60	3,55	2,80	2,45	2,25	1,65
10	−20	3,20	2,25	2,00	1,90	1,80	1,65	6,55	4,00	3,10	2,65	2,40	1,80
	0	5,85	4,10	3,55	3,30	3,15	2,90	7,50	4,60	3,60	3,10	2,75	2,10
	+20	12,6	8,45	7,15	6,50	6,00	5,35	8,00	4,90	3,80	3,30	2,95	2,20
	+40	24,0	16,2	13,4	12,0	11,1	9,25	8,40	5,15	4,00	3,40	3,10	2,30
20	−20	4,75	3,30	2,80	2,60	2,55	2,40	10,2	6,10	4,70	3,90	3,45	2,60
	0	9,20	6,30	5,90	4,80	4,50	4,10	11,7	7,00	5,40	4,55	4,00	3,00
	+20	19,3	12,8	10,7	9,70	9,00	7,55	12,4	7,45	5,75	4,80	4,25	3,15
	+40	37,5	24,5	20,3	18,1	16,7	13,5	12,9	7,75	6,00	4,95	4,40	3,30
30	−20	5,85	4,10	3,55	3,30	3,15	2,90	13,1	7,75	5,90	4,90	4,25	3,15
	0	11,7	4,00	6,70	6,10	5,70	5,05	15,0	8,90	6,80	5,70	4,95	3,65
	+20	24,5	16,5	13,7	12,3	11,3	9,45	15,9	9,40	7,15	6,00	5,20	3,85
	+40	48,2	31,6	25,9	22,9	21,1	16,7	16,6	9,80	7,45	6,25	5,40	4,00
50	−20	8,10	5,70	4,80	4,40	4,10	3,80	17,9	10,5	8,00	6,55	5,70	4,05
	0	15,9	10,9	9,05	8,10	7,55	6,55	20,4	12,0	9,15	7,55	6,60	4,70
	+20	34,1	22,5	18,5	16,6	15,3	12,6	21,6	12,7	9,65	7,95	6,95	4,90
	+40	67,2	43,4	34,7	30,3	27,7	23,1	22,7	13,4	10,1	8,30	7,25	5,15

Продовження таблиці Х1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
70	-20	10,1	6,95	5,80	5,20	4,95	4,40	21,9	12,7	9,60	7,85	6,80	4,80
	0	19,8	13,1	11,1	9,95	9,20	7,70	24,9	14,5	11,0	9,00	7,80	5,55
	+20	42,0	27,6	22,7	20,2	18,6	14,8	26,6	15,5	11,7	9,55	8,30	5,85
	+40	82,9	52,1	42,0	37,1	34,3	28,0	27,8	16,2	12,2	10,0	8,60	6,10
100	-20	12,6	8,45	7,15	6,50	6,00	5,35	27,5	15,9	12,0	9,80	8,45	5,75
	0	24,4	16,5	13,7	12,3	11,3	9,40	31,2	18,1	13,7	11,2	9,70	6,60
	+20	53,0	34,4	28,1	25,0	22,6	18,2	33,3	19,3	14,5	11,7	10,2	7,00
	+40	102	64,9	53,1	47,4	43,2	34,6	34,8	20,1	15,1	12,4	10,6	7,25
300	-20	24,5	16,5	13,7	12,2	11,3	9,45	55,2	31,1	22,9	18,6	15,9	10,3
	0	49,4	32,1	26,4	23,4	21,4	17,0	62,5	35,3	26,0	21,2	18,1	11,8
	+20	104	66,3	54,3	48,5	44,1	35,3	66,4	37,4	27,5	22,4	19,1	12,5
	+40	211	134	107	92,1	84,8	47,6	69,8	39,3	28,8	23,4	20,0	13,0

Додаток Ц

Розміри зони забруднення

Таблиця Ц.1 – Глибина розповсюдження хмари забрудненого повітря у разі аварії на ХНО та транспорті Г, км

Кількість ХНР, т	t° пвітря, $^{\circ}\text{C}$	Конвекція											
		Хлорпikрин						Формальдегiд					
		Швидкiсть вiтру $V_{\text{в}}$, м/с											
		1	2	3	4	5	10	1	2	3	4	5	10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0,5	-20	< 0,5						< 0,5					
	0												
	+20	1,1	0,90	0,80	0,75								
	+40	2,0	1,50	1,40	1,35								
1,0	-20	< 0,5						0,70	0,50	< 0,5	< 0,5		
	0	0,8	0,70	0,65	0,60			0,80	0,55	< 0,5	< 0,5		
	+20	1,6	1,20	1,10	1,05			0,85	0,60	< 0,5	< 0,5		
	+40	3,2 0	2,25	2,00	1,90			0,90	0,65	0,50	< 0,5		
3,0	-20	0,8	0,70	0,65	0,60			1,70	1,10	0,95	0,80		
	0	1,5	1,15	1,05	1,00			1,80	1,20	1,05	0,90		
	+20	3,3	2,30	2,00	1,90			1,90	1,30	1,10	0,95		
	+40	5,9 5	4,15	3,60	3,30			2,10	1,40	1,15	1,00		
5,0	-20	1,1	0,90	0,80	0,75			2,30	1,50	1,25	1,10		
	0	2,0	1,50	1,40	1,35			2,45	1,70	1,40	1,20		
	+20	4,4	3,05	2,60	2,40			2,75	1,80	1,50	1,30		
	+40	8,2 0	5,70	4,85	4,40			2,95	1,90	1,60	1,40		
10	-20	1,6	1,20	1,10	1,05			3,60	2,25	1,80	1,60		
	0	3,2	2,30	2,05	1,90			4,00	2,55	2,05	1,80		
	+20	6,5	4,50	3,90	3,55			4,35	2,70	2,20	1,90		
	+40	12, 7	8,50	7,20	6,55			4,50	2,85	2,30	2,00		
20	-20	2,5	1,80	1,65	1,55			5,30	3,25	2,55	2,20		
	0	4,8	3,35	2,85	2,65			6,05	3,75	2,95	2,65		
	+20	10,	6,85	5,75	5,20			6,40	3,95	3,10	2,70		
	+40	19, 4	12,9	10,8	9,75			6,80	4,15	3,25	2,80		

Продовження таблиці Ц.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
30	-20	3,30	2,30	2,00	1,90			6,70	4,10	3,20	2,70		
	0	6,05	4,25	3,65	3,35			7,65	4,70	3,65	3,10		
	+20	13,1	8,60	7,30	6,65			8,20	5,00	3,90	3,30		
	+40	24,7	16,6	13,8	12,3			8,60	5,20	4,05	3,45		
50	-20	4,45	3,05	2,60	2,40			9,45	5,65	4,35	3,60		
	0	8,35	5,80	4,95	4,50			10,7	6,45	4,95	4,15		
	+20	17,9	11,7	9,75	8,85			11,4	6,85	5,25	4,40		
	+40	34,3	22,5	18,6	16,6			12,0	7,15	5,50	4,60		
70	-20	5,35	3,60	3,10	2,90			11,6	6,90	5,30	4,40		
	0	10,4	7,10	5,95	5,35			13,2	7,85	6,05	5,05		
	+20	21,9	14,3	12,1	10,8			14,0	8,35	6,40	5,35		
	+40	42,3	27,8	22,8	20,3			14,6	8,65	6,65	5,55		
100	-20	6,55	4,50	3,90	3,55			14,4	8,40	6,40	5,30		
	0	12,9	8,65	7,35	6,65			16,3	9,60	7,30	6,10		
	+20	27,5	17,8	14,9	13,3			17,3	10,2	7,70	6,40		
	+40	53,3	34,6	28,3	25,1			18,2	10,6	8,05	6,65		
300	-20	13,1	8,60	7,30	6,65			28,4	16,4	12,3	10,0		
	0	25,2	16,9	14,0	12,5			32,2	18,6	13,9	11,4		
	+20	55,2	35,1	28,7	25,4			34,3	19,8	14,8	12,1		
	+40	105	66,7	54,7	48,7			35,9	20,6	15,4	12,6		

Додаток Ш

Вибір перекладних коефіцієнтів

Таблиця Ш.1 – Перекладні коефіцієнти для різних ХНР для визначення глибини розповсюдження хмари забрудненого повітря $K'_{\text{глиб.}}$ у разі аварії на ХНО та транспорті

№ п/п	Найменування ХНР	Коефіцієнт $k'_{\text{глиб}}$
1	Анілін	0,01
2	Вініл хлористий	0,01
3	Водень фтористий	0,31
4	Водень ціаністий	0,97
5	Дивініл	0,01
6	Диметиламін	0,24
7	Етиленхлорангідрид	0,12
8	Етилмеркаптан	0,22
9	Етилхлорангідрид	0,12
10	Метиламін	0,24
11	Метил хлористий	0,06
12	Нітрил акрилової кислоти	0,79
13	Нітробензол	0,01
14	Окис етилену	0,06
15	Окисли азоту	0,28
16	Олеум	0,08
17	Стирол	0,02
18	Тетраетилсвинець	0,08
19	Фурфурол	0,01
20	Фосген	1,14

Додаток Щ

Ступінь хімічної небезпеки

Таблиця Щ.1 – Критерії класифікації адміністративно–територіальних одиниць і хімічно небезпечних об’єктів (крім залізниць)

Найменування об’єкта, що класифікується	Критерії класифікації	Одиниця виміру	Чисельне значення критерію, що використовується під час класифікації ХНО і АТО для присвоєння ступеню хімічної небезпеки			
			Ступінь хімічної небезпеки			
			1-й	2-й	3-й	4-й
1. Хімічно небезпечний об’єкт	Кількість населення, яке потрапляє в прогнозовану зону хімічного забруднення (ПЗХЗ) у разі аварії на хімічно небезпечному об’єкті.	Тис. ос..	біль ше 3,0	біль ше 0,3 до 3,0	біль ше 0,1 до 0,3	мен ше 0,1
2. Хімічно небезпечна адміністративно -територіальна одиниця	Частка території, що потрапляє в зону можливого хімічного забруднення (ЗМХЗ) у разі аварій на хімічно небезпечних об’єктах.	%	біль ше 50	біль ше 30 до 50	біль ше 10 до 30	мен ше 10

Додаток Ю

Параметри хімічно небезпечних речовин

Таблиця Ю.1 – Характеристики ХНР і допоміжні коефіцієнти η для визначення глибини зони зараження

Найменування ХНР	Щільність ХНР <i>d</i> , т/м ³		Температура кипіння, °С	Поріг токсидози, мг.хв/л	Значення коефіцієнтів							
	Газ	Рідина			η ₄	η ₁	η ₅	η ₃ для температури повітря, °С				
								-40	-20	0	20	40
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1. Акролеїн: - зберігання під тиском; - термічне зберігання	—	0,839	52,7	0,2*	0	0,013	3,0	0,1	0,2	0,4	1	2,2
	0,0008	0,681	–33,42	15	0,18	0,025	0,04	0/0,9	0,3/1	0,6/1	1/1	1,4/1
	—	0,681	–33,42	15	0,01	0,025	0,04	0/0,9	1/1	1/1	1/1	1/1
2. Ацетон нітрил	—	0,786	81,6	21,6**	0	0,04	0,028	0,02	0,1	0,3	1	1,5
3. Ацетонціангїдрин	—	0,932	120	1,9**	0	0,002	0,316	0	0	0,3	1	1,5
4. Водень миш'яковий	0,0035	1,64	62,47	0,2**	0,17	0,054	3,0	0,3/1	0,5/1	0,8/1	1/1	1,2/1
5. Водень фтористий	—	0,989	19,52	4	0	0,028	0,15	0,1	0,2	0,5	1	1
6. Водень хлористий	0,0016	1,191	–85,10	2	0,28	0,037	0,30	0,4/1	0,6/1	0,8/1	1/1	1,2/1
7. Водень бромистий	0,0036	1,490	–66,77	2,4*	0,13	0,055	0,25	0,3/1	0,5/1	0,8/1	1/1	1,2/1
8. Водень ціанистий	—	0,687	25,7	0,2	0	0,026	3,0	0	0	0,4	1	1,3
9. Диметиламін	0,0020	0,680	36,9	1,2*	0,06	0,041	0,5	0/0,1	0/0,3	0/0,8	1/1	2,5/1
10. Метиламін	0,0014	0,699	–6,5	1,2*	0,13	0,034	0,5	0/0,3	0/0,7	0,3/1	1/1	1,8/1
11. Метил бромистий	—	1,732	3,6	1,2*	0,04	0,039	0,5	0/0,2	0/0,4	0/0,9	1/1	2,3/1
12. Метил хлористий	0,0023	0,983	–23,76	10,8**	0,125	0,044	0,056	0/0,5	0,1/1	0,6/1	1/1	1,5/1
13. Метил акрилат	—	0,953	80,2	6*	0	0,005	0,1	0,1	0,2	0,4	1	3,1

Продовження таблиці Ю.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
14. Метил меркаптан	–	0,867	5,95	1,7**	0,06	0,043	0,353	0/0,1	0/0,3	0/0,8	1/1	2,4/1
15. Нітрил акрилової кислоти	–	0,806	77,3	0,75	0	0,007	0,80	0,04	0,1	0,4	1	2,4
16. Окисли азоту	–	1,491	21,0	1,5	0	0,040	0,40	0	0	0,4	1	1
17. Окисел етилену	–	0,882	10,7	2,2**	0,05	0,041	0,27	0/0,1	0/0,3	0/0,7	1/1	3,2/1
18. Сірчаний ангідрид	0,0029	1,462	–10,1	1,8	0,11	0,049	0,333	0/0,2	0,5	0,3/1	1/1	1,7/1
19. Сірководень	0,0015	0,964	–60,35	18,4	0,27	0,042	0,036	0,3/1	0,5/1	0,8/1	1/1	1,2/1
20. Сірковуглець	–	1,263	46,2	45	0	0,021	0,036	0,1	0,2	0,4	1	2,1
21. Соляна кислота (конц.)	–	1,198	–	2	0	0,021	0,30	0	0,1	0,3	1	1,6
22. Триметиламін	–	0,671	2,9	6*	0,07	0,047	0,1	0/0,1	0/0,4	0/0,9	1/1	2,2/1
23. Формальдегід	–	0,815	–19,0	0,6*	0,19	0,034	1,0	0/0,4	0/1	0,5/1	1/1	1,5/1
24. Фосген	0,0035	1,432	8,2	0,6	0,05	0,061	1,0	0/0,1	0/0,3	0/0,7	1/1	2,7/1
25. Фтор	0,0017	1,512	–188,2	0,2*	0,95	0,038	3,0	0,7/1	0,8/1	0,9/1	1/1	1,1/1
26. Фосфор трьоххлористий	–	1,570	75,3	3	0	0,010	0,2	0,1	0,2	0,4	1	2,3
27. Фосфору хлорокисел	–	1,675	107,2	0,06*	0	0,003	1,0	0/0,9	0,3/1	0,6/1	1/1	1,4/1
28. Хлор	0,0032	1,553	–34,1	0,6	0,18	0,052	1,0	1,03	0,1	0,3	1	2,9
29. Хлорпікрин	–	1,658	112,3	0,02	0	0,002	0,80	0/0	0/0	0/0,6	1/1	3,9/1
30. Хлорціан	0,0021	1,220	12,6	0,75	0,04	0,048	0,125	0,05	0,1	0,4	1	2,2
31. Етиленамін	–	0,838	55,0	4,8	0	0,009	6,0	0,05	0,1	0,4	1	2,2

Примітки : 1. Щільність газоподібних ХНР у графі 3 приведено до атмосферного тиску.

2. У графах 10–14 представлені значення η_3 у чисельнику для первинної хмари, а в знаменнику для вторинної хмари.

3. У графі 6 чисельні значення токсидоз, позначені знаком * або **, визначені орієнтовно розрахунковим шляхом, до того ж для подразнюючих ХНР позначені знаком *, а інші ХНР – знаком **.

Додаток Я

Час вражаючої дії небезпечних речовин

Таблиця Я.1 – Час випаровування (термін дії джерела забруднення, $\tau_{\text{зараж}}$) для деяких ХНР, год

Найменування ХНР	V _B , м/с	Характер розливу											
		«ВІЛЬНО»				«у піддон»							
		H ≤ 0,05 м				H = 1 м				H = 3 м			
		температура повітря, °С											
		–20	0	20	40	–20	0	20	40	–20	0	20	40
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
хлор	1	1,50				23,9				83,7			
	2	1,12				18,0				62,9			
	3	0,90				14,3				50,1			
	4	0,75				12,0				41,8			
	5	0,65				10,2				35,8			
	10	0,40				6,0				20,9			
аміак	1	1,40				21,8				76,3			
	2	1,05				16,4				57,4			
	3	0,82				13,1				45,7			
	4	0,68				10,9				38,2			
	5	0,58				9,31				32,6			
	10	0,34				5,45				19,1			
сірчаній ангідрид	1	3,00	1,50			47,8	23,9			167,0	83,6		
	2	2,24	1,12			36,9	18,0			126,0	62,8		
	3	1,80	0,90			28,6	14,3			100,0	50,0		
	4	1,50	0,75			23,9	12,0			83,6	41,8		
	5	1,30	0,64			20,4	10,2			71,4	35,7		
	10	0,75	0,38			12,0	6,0			41,8	20,9		
сірководень	1	1,15				18,4				64,3			
	2	0,86				13,8				48,3			
	3	0,70				11,0				38,5			
	4	0,60				9,20				32,2			
	5	0,50				7,85				27,5			
	10	0,30				4,60				16,1			
сірковуглець	1	15,0				7,52				3,00			
	2	11,3				5,65				2,26			
	3	9,00				4,50				1,80			
	4	7,52				3,76				1,50			
	5	6,42				3,21				1,28			
	10	3,80				1,90				0,75			

Продовження додатка Я.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
соляна кислота	1	28,5	9,50	2,85	1,80	457	153	45,7	28,6	1598	533	160	99,8
	2	21,5	7,15	2,15	1,35	343	115	34,3	21,5	1201	401	121	75,1
	3	17,1	5,70	1,70	1,10	274	91,1	27,4	17,1	957	319	95,7	59,8
	4	14,3	4,75	1,45	0,90	228	76,1	22,8	14,3	799	267	79,9	50,0
	5	12,2	4,10	1,25	0,80	195	65,0	19,5	12,2	683	228	68,3	42,7
	10	7,10	2,40	0,70	0,45	114	38,1	11,4	7,15	400	1330	40,0	25,0
хлорпікрин	1	415	138	42,5	14,3	663	221	664	229	Близько 1-го року	7738	2522	801
	2	312	104	31,2	10,8	498 7	166 2	499	172		5828	1746	602
	3	249	82,8	24,9	8,60	397 2	132 4	397	137		4633	1390	480
	4	208	69,1	20,8	7,15	331 6	110 6	332	115		3869	1161	400
	5	178	59,1	17,7	6,15	283 5	945	284	97,9		3307	992	342
	10	104	34,6	10,4	3,60	165 8	553	166	57,2		1935	581	200
формальдегід	1	1,20				19,2				67,2			
	2	0,90				14,5				50,5			
	3	0,72				11,5				40,2			
	4	0,60				9,60				33,6			
	5	0,51				8,20				28,7			
	10	0,30				4,80				16,8			

Додаток 1

Розміри зони забруднення

Таблиця 1.1 – Глибина L , км зони зараження ХНР

Швид-кість вітру V , м/с	Еквівалентна кількість сильнодіючої отруйної речовини $Q_{екв}$, т																	
	0,01	0,05	0,1	0,5	1	3	5	10	20	30	50	70	100	300	500	700	1000	2000
≤ 1	0,38	0,85	1,25	3,16	4,75	9,18	12,53	19,20	29,56	38,13	52,67	65,23	81,91	166	231	288	363	572
1,5	0,32	0,72	1,04	2,59	3,80	7,28	9,86	15,02	23,00				63,00	126,90	176	219	476	434
2	0,26	0,59	0,84	1,92	2,84	5,35	7,20	10,83	16,44	21,02	28,73	35,35	44,09	87,79	121	150	189	295
2,5	0,24	0,54	0,76	1,72	2,50	4,67	6,27	9,40	14,19	18,10	24,66	30,28	37,70	74,63	102,75	127	160	298
3	0,22	0,48	0,68	1,53	2,17	3,99	5,34	7,96	11,94	15,18	20,59	25,21	31,30	61,47	84,50	104	130	202
3,5	0,20	0,45	0,64	1,43	2,02	3,64	4,85	7,21	10,78	13,68	18,51	22,63	28,05	54,82	75,21	92,58	116	180
4	0,19	0,42	0,59	1,33	1,88	3,28	4,36	6,46	9,62	12,18	16,43	20,05	24,80	48,18	65,92	81,17	101	157
4,5	0,18	0,40	0,56	1,26	1,78	3,04	4,06	6,00	8,90	11,26	15,16	18,47	22,81	44,14	60,30	74,16	92,30	143
5	0,17	0,38	0,53	1,19	1,68	2,91	3,75	5,53	8,19	10,33	13,88	16,89	20,82	40,11	54,67	67,15	83,60	129
6	0,15	0,34	0,48	1,09	1,53	2,66	3,43	4,48	7,20	9,06	12,14	14,79	18,13	34,67	47,09	56,72	71,70	110
7	0,14	0,32	0,45	1,00	1,42	2,46	3,17	4,39	6,48	8,14	10,87	13,17	16,17	30,73	41,63	50,93	63,19	96,30
8	0,13	0,30	0,42	0,94	1,33	2,30	2,97	4,20	5,92	7,42	9,90	11,98	14,68	27,75	37,49	45,79	56,70	86,20
9	0,12	0,28	0,40	0,88	1,25	2,17	2,80	3,96	5,60	6,86	9,12	11,03	13,50	25,39	34,24	31,76	31,60	78,30
10	0,12	0,26	0,38	0,84	1,19	2,06	2,66	3,76	5,31	6,50	8,50	10,23	12,54	23,49	31,61	38,50	47,53	71,90
11	0,11	0,25	0,36	0,80	1,13	1,96	2,53	3,58	5,06	6,20	8,01	9,61	11,7	21,91	29,44	35,8	44,15	66,62
12	0,11	0,24	0,34	0,76	1,08	1,88	2,42	3,43	4,85	5,59	7,67	9,07	11,06	20,58	27,61	35,55	41,30	62,20
13	0,10	0,23	0,33	0,74	1,04	1,80	2,37	3,29	4,66	5,70	7,37	8,72	10,48	19,45	26,04	31,62	32,90	58,44
14	0,10	0,22	0,32	0,71	1,00	1,74	2,24	3,17	4,49	5,50	7,10	8,40	10,04	18,46	24,69	29,95	36,81	55,20
≥ 15	0,10	0,22	0,31	0,69	0,97	1,68	2,17	3,07	4,34	5,31	6,86	8,11	9,70	17,60	23,50	28,48	34,98	52,37

Додаток 2

Руйнування об'єктів

Таблиця 2.1 – Ступінь руйнування об'єктів, відсоток об'єктів (%) в зонах вибуху газоповітряної суміші

Найменування об'єктів	Тиск на межі зони, кг/см ²	Ступінь руйнування, %				Відсоток об'єктів, що збереглися, %
		Повні	Сильні	Середні	Слабкі	
1	2	3	4	5	6	7
Дерев'яні будинки	1	100	—	—	—	—
	1–0,3	100	—	—	—	—
	0,3–0,1	21	42	37	—	—
Цегляні 3-х поверхові та нижчі будинки	1	100	—	—	—	—
	1–0,3	100	—	—	—	—
	0,3–0,1	—	8	35	57	—
Цегляні 3-х поверхові та вищі будинки	1	100	—	—	—	—
	1–0,3	100	—	—	—	—
	0,3–0,1	—	21	42	37	—
Промислові будинки з важким металевим каркасом	1	100	—	—	—	—
	1–0,3	23	33	44	0	—
	0,3–0,1	—	—	—	100	—
Промислові будинки з легким металевим каркасом	1	100	—	—	—	—
	1–0,3	38	62	—	—	—
	0,3–0,1	—	—	21	79	—
Складні цегляні будинки	1	100	—	—	—	—
	1–0,3	56	44	—	—	—
	0,3–0,1	—	—	21	79	—
Будинки та споруди ТЕЦ	1	100	—	—	—	—
	1–0,3	47	30	23	—	—
	0,3–0,1	—	—	8	35	57
Підземні мережі комунального господарства	1	11	2	7	70	10
	1–0,3	—	—	—	—	100
	0,3–0,1	—	—	—	—	100
Водонапірні башти	1	100	—	—	—	—
	1–0,3	14	9	77	—	—
	0,3–0,1	—	—	—	—	100
Заглиблені резервуари	1	49	—	—	—	51
	1–0,3	—	—	14	—	86
	0,3–0,1	—	—	—	—	100

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6	7
Сховища II класу	1	13	3	5	5	74
	1-0,3	—	—	—	—	100
	0,3-0,1	—	—	—	—	100
Сховища III класу	1	16	6	7	9	62
	1-0,3	—	—	—	—	100
	0,3-0,1	—	—	—	—	100
Сховища IV класу	1	30	8	20	18	24
	1-0,3	—	—	—	—	100
	0,3-0,1	—	—	—	—	100
Сховища V класу	1	53	23	24	—	—
	1-0,3	—	—	—	2	98
	0,3-0,1	—	—	—	—	100

Додаток 3

Вплив матеріалу огорожувальної конструкції на радіоактивне забруднення

Таблиця 3.1 – Шар половинного послаблення радіації різних матеріалів γ , см*

Найменування матеріалу	Щільність, d , г/см ³	Товщина шару, см		
		γ -випромінювання проникаючої радіації	γ -випромінювання радіоактивного забруднення	γ -нейтронів
1	2	3	4	5
Залізо, сталь	7,8	3	1,8	11,5
Свинець	11,3	2	1,3–1,8	12
Скло	1,4	-	7,7	–
Вапняк	2,7	8,5	10	–
Цегла звичайна	1,6	14,4	13	9,1
Кладка цегляна	1,5	15	8,7	10,0
Цегла саманна	1,5	–	14	–
Грунт	1,6	14,4	8,1	12,0
Мерзлий грунт	1,2–	–	10–12	–
Глина	1,5	11	6,3	–
утрамбована	2,06			
Бетон		10	5,6	12,0
Кладка бутова	2,3	9,6	5,4	–
Склопластик	2,4	12,0	8,0	4,0
Поліетилен	1,7	24,0	14,0	2,7
Лід	0,95	26	14,5	3,0
Дерево	0,9			
(залежно від породи)	0,7	33	20–40	9,7

*Примітка. Для інших матеріалів, яких немає в додатку 3, товщина шару половинного ослаблення розраховується як відношення товщини шару половинного ослаблення води до густини матеріалу.

Навчальне видання

ХВОРОСТ Микола Васильович,
ЛУЦЕНКО Микола Михайлович

ОЦІНКА ОБСТАНОВКИ У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК

Відповідальний за випуск *В. Е. Абракітов*

Редактор *В. І. Шалда*

Комп'ютерне верстання *І. В. Волосожарова*

Дизайн обкладинки *Т. А. Лазуренко*

Підп. до друку 13.02.2017. Формат 60×84/16

Друк на ризографі Ум. друк. арк. 5,0

Тираж 50 пр. Зам. №

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002
Електронна адреса: rectorat@kname.edu.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи :
ДК 5328 від 11.04.2017.